

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційний проект

Другий - магістерський

(рівень вищої освіти)

на тему Розробка заходів з охорони праці на ливарному дворі доменного цеху

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.2639з
спеціальності 263 цивільна безпека

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Охорона праці

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Д.В. Сердюк

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Рижков В.Г.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент професор, д.т.н. Куріс Ю.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 263 Цивільна безпека

(код та назва)

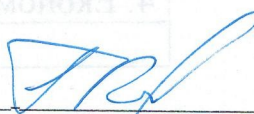
Освітня програма Охорона праці

(код та назва)

Спеціалізація _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри 

« 20 » 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ

Сердюку Данилові Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проєкту) Розробка заходів з охорони праці на ливарному дворі доменного цеху

керівник роботи Рижков Вадим Генієвич, к.т.н., доцент.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 09 » 10 2020 року № 1583-с

2. Строк подання студентом роботи 25.11.2020









3. Вихідні дані до роботи Ливарний двір сучасної доменної печі, небезпечні і шкідливі фактори, аварійні ситуації, умови праці

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Характеристика об'єкту, небезпечних і шкідливих факторів; аналіз статистики нещасних випадків і захворювань; оцінка умов праці; розробка заходів з безпеки технологічних процесів і обладнання, промислової санітарії, електробезпеки, пожежної безпеки; оцінка економічної ефективності запропонованих заходів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

План ливарного двору; доменна піч; апаратурно-технологічна схема; запропоновані засоби і заходи з БТПО (1 – 2 листа), санітарії (1 – 2 листа), електробезпеки, пожежної безпеки, таблиця з економічними даними

6 Консультанти розділів роботи

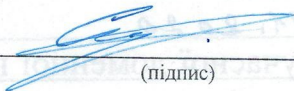
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|------------------|---|---|--|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1. Теоретичний | Рижков В.Г., доцент |  28.09.20 |  12.10.20 |
| 2. Дослідницький | Рижков В.Г., доцент |  28.09.20 |  19.10.20 |
| 3. Проектний | Рижков В.Г., доцент |  28.09.20 |  26.10.20 |
| 4. Економічний | Рижков В.Г., доцент |  28.09.20 |  04.11.20 |

7 Дата видачі завдання 28.09.2020р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------|----------|
| | Теоретичний розділ | 12.10.2020 | викон. |
| | Дослідницький розділ | 19.10.2020 | викон. |
| | Проектний розділ | 26.10.2020 | викон. |
| | Економічний розділ | 04.11.2020 | викон. |
| | Графічна частина | 18.11.2020 | викон. |
| | Оформлення пояснювальної записки | 25.11.2020 | викон. |

Студент



(підпис)

Д.В. Сердюк

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)

(підпис)

В.Г. Рижков

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

(підпис)

В.Г. Рижков

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційний проект для здобуття ступеня вищої освіти магістра :
99 с., 21 табл., 18 рис., 63 джерела

ЛИВАРНИЙ ДВІР, ТРАВМАТИЗМ, МАШИНА ДЛЯ РОЗКРИТТЯ
ЛОТКИ, ТЕПЛОВІДБИВНИЙ ЕКРАН, ПРИСТРІЙ ЗАХИСНОГО
ВІДКЛЮЧЕННЯ, ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Об'єкт дослідження – умови праці на ливарному дворі доменного цеху,
шкідливі і небезпечні виробничі фактори.

Мета проектування – розроблення заходів і засобів поліпшення умов
праці на ливарному дворі.

Проаналізована статистика травматизму, професійних і професійно
обумовлених захворювань у доменних цехах, на її основі визначені основні їх
причини і діючі фактори, визначений клас умов праці горнового.

Запропоновані сучасні машини для розкриття і закриття лотки та
маніпулятор підйому кришки жолобу.

Для захисту робітників, від теплового випромінювання пропонується
застосування пересувних тепловідбивних екранів, розрахована необхідна
кількість шарів альфолію.

Визначено необхідний повітрообмін для аерації в теплий період року
на ливарному дворі.

Для освітлення ливарного двору та інших виробничих приміщень
пропонується вибухозахищений світлодіодний світильник СГУ01 (ВСП4) у
термозахищеному виконанні.

Запропоновані міри захисту від ураження електричним струмом,
розраховано захисне занулення і пристрій захисного відключення, що реагує
на струм короткого замикання.

Розрахована установка парового пожежогасіння кабельного тунелю.

Проведена оцінка економічної ефективності заходів та засобів з
охорони праці на ливарному дворі доменного цеху.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ | 9 |
| 1.1 Коротка характеристика ливарного двору доменного цеху | 9 |
| 1.2 Небезпечні фактори на ливарному дворі | 13 |
| 1.3 Шкідливі фактори на ливарному дворі | 15 |
| 1.4 Огляд захисних мір від небезпечних та шкідливих факторів | 18 |
| 2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ | 21 |
| 2.1 Аналіз статистики нещасних випадків | 21 |
| 2.2 Аналіз подій, що спричинили нещасні випадки | 28 |
| 2.3 Аналіз впливу шкідливих факторів | 31 |
| 2.4 Оцінка умов праці на ливарному дворі | 41 |
| 3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ | 47 |
| 3.1 Безпека технологічних процесів і обладнання | 47 |
| 3.1.1 Захист від механічного травмування та опіків | 47 |
| 3.1.2 Розрахунок рівню безпеки доменного процесу | 54 |
| 3.2 Гігієна праці і виробнича санітарія | 55 |
| 3.2.1 Захист від інфрачервоного випромінювання і дії високої температури | 55 |
| 3.2.2 Захист від пилу і шкідливих речовин | 64 |
| 3.2.3 Виробниче освітлення | 66 |
| 3.3 Електробезпека | 68 |
| 3.3.1 Характеристика електрообладнання ливарного двору | 68 |
| 3.3.2 Міри захисту від ураження струмом | 70 |
| 3.3.3 Розрахунок захисного занулення | 71 |
| 3.3.4 Пристрій захисного відключення, що реагує на струм короткого замикання | 75 |
| 3.4 Пожежна безпека | 76 |

| | |
|--|----|
| 3.4.1 Пожежна небезпека доменного виробництва | 76 |
| 3.4.2 Протипожежні заходи | 77 |
| 3.4.3 Розрахунок установки парового пожежогасіння | 80 |
| 3.5 Техногенна безпека | 83 |
| 3.5.1 Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки | 83 |
| 3.5.2 Визначення імовірності аварій | 85 |
| 4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ | 87 |
| 4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму | 87 |
| 4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці на ливарному дворі | 88 |
| ВИСНОВКИ | 91 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ | 93 |

ВСТУП

Чорна металургія України – одна з провідних, базових галузей промислового комплексу. Для її розвитку у країні є всі умови: величезна, компактно розташована сировинна база (залізні, марганцеві руди, вогнетриви, вапняки тощо); металоємні машинобудівні підприємства (споживачі); густа транспортна мережа; значні водні, паливні, трудові резерви.

Найкрупніші центри чорної металургії: Кривий Ріг, Запоріжжя, Донецьк, Макіївка, Єнакієве, Маріуполь, Костянтинівка. У галузі зайнято більше 200 тис. робітників (без феросплавних підприємств) [1]. Одним з основних виробництв на підприємстві чорної металургії є доменне.

Доменний процес є в даний час основним процесом виробництва чавуну, він застосовується в промисловому масштабі на території України та інших країн. Роль цього цеху на металургійному заводі визначається не тільки виробництвом чавуну, але і виробленням доменного газу, що використовується як паливо. Лише частина цього газу використовується в самому доменному цеху, решта газу споживається іншими цехами заводу, а також коксовими печами доколишніх коксохімічних заводів. Кокс в свою чергу є основним паливом в процесі доменної плавки.

З іншого боку, доменний цех є одним найнебезпечніших і найшкідливіших підрозділів металургійного підприємства. Для доменного процесу характерне виникнення за певних умов екстремальних відхилень одночасно декількох технологічних параметрів, що визначають безпеку. Ці відхилення можуть викликати вибухи з викидом на значні відстані розплавленого металу і шлаку, прориви горна, прогари повітряних і шлакових фурм, а також холодильників печі [2]. Небезпеку складають також величезні маси розплавленого та розжареного металу і шлаку, рухомі багатотонні машини і механізми, струм високої напруги.

Виходячи з вищесказаного, розробка заходів з поліпшення умов праці у доменному цеху є актуальною задачею. Але доменні цехи крупних металургійних підприємств України – одні з найбільш великих за площею і кількістю працюючих. Різні ділянки цеха мають свої особливості стосовно охорони праці і, відповідно, заходів зі зменшення рівню травматизму і рівня профзахворювань. Тому метою магістерського кваліфікаційного проєкту вирішено було означити поліпшення умов праці тільки на ливарному дворі доменного цеху.

Об'єктом проєкту є джерела небезпечних і шкідливих виробничих факторів на ливарному дворі – доменна піч, її окремі частини – горн, колектор гарячого дуття, льотки, жолоба, чавунні і шлакові ковши, рухомий внутрішній цеховий транспорт тощо.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Коротка характеристика ливарного двору доменного цеху

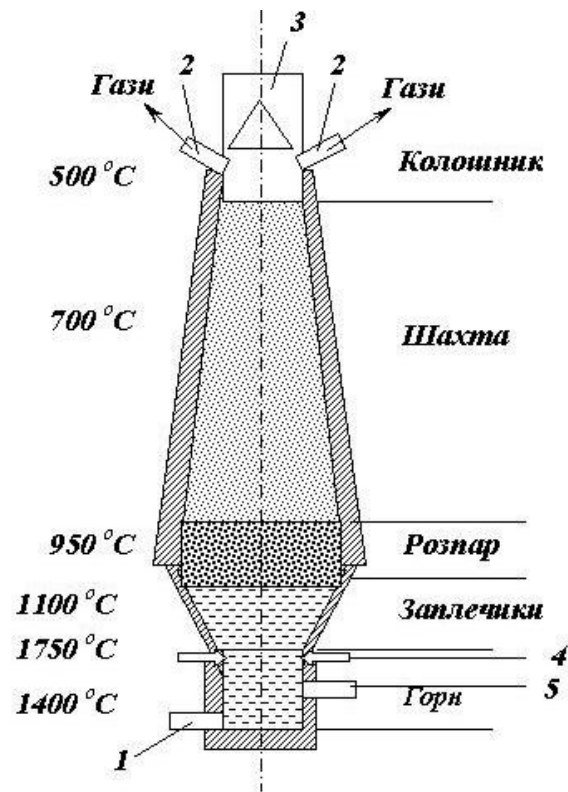
Мета доменного виробництва – отримання чавуна, тобто сплаву заліза з вуглецем при вмісті останнього не менш 2%. Серед інших домішок в чавуні присутні в достатньо великих кількостях кремній и марганець. У доменному цеху виплавляють передільний и ливарний чавун. Передільний є напівфабрикатом, і використовується далі для виплавки сталі. З ливарного чавуну виробляють литі вироби.

Сучасна доменна піч є спорудою заввишки від 26 до 35 м. Це висота власне печі, а висота всіх металоконструкцій доменної печі разом з колошниковим пристроєм і газовідводами може сягати понад 80 м.

У верхній частині горна на фурменій зоні розташовуються фурми, через які у доменну піч подається нагріте повітря — дуття. Саме в цій ділянці печі відбувається горіння коксу і температури досягають найбільшого значення 1900–2000 °С. По мірі підвищення вгору температура знижується, і у колошника доходить до 200–250 °С.

Доменна піч є плавильною піччю шахтного типу, вона має витягнутий у висоту робочій простір (рис. 1.1). У горизонтальному перерізі піч кругла. Профіль печі поділяється на п'ять частин, кожна з яких має свої геометричні обриси і технологічне призначення.

Верхня частина доменної печі називається колошником. Вона має циліндричну форму і слугує для завантаження шихти. Через неї також виходять гази, що утворюються в печі (колошниковий газ). Нижче колошника розташована найбільша по висоті і об'єму частина домни — шахта, що за формою являє собою зрізаний конус, який розширюється донизу. Це розширення необхідне для полегшення опускання вниз завантажених твердих матеріалів при збільшенні їхнього об'єму при нагріванні.



1- Льотка для випуску чавуну; 2- Газовідведення; 3- Засипний агрегат; 4- Фурми; 5- Льотка для випуску шлаку.

Рисунок 1.1 - Схема доменної печі.

До нижньої частини шахти примикає найширша частина печі, що має форму циліндра — розпар, в якому відбувається розплавлення шихти. Призначення розпару полягає в тому, що він, з'єднуючи шахту з запличками, ліквідує тупий кут, в якому могли б затримуватися грудки матеріалу. Нижче розпару розташовані заплички, що мають форму зрізаного конусу з меншою основою внизу. Такий переріз тут пояснюється зменшенням об'єму матеріалів внаслідок вигорання коксу і утворення рідких продуктів плавки. Нижньою частиною профілю є горно, що має форму циліндра, у якому відбувається горіння коксу і збираються рідкі продукти плавки. Горно розділяється на дві частини, верхню — фурменну зону, в якій встановлені фурми для вдування повітря в піч, і нижню — металопримальник, де збираються рідкі продукти плавки. Найнижча частина печі називається подом.

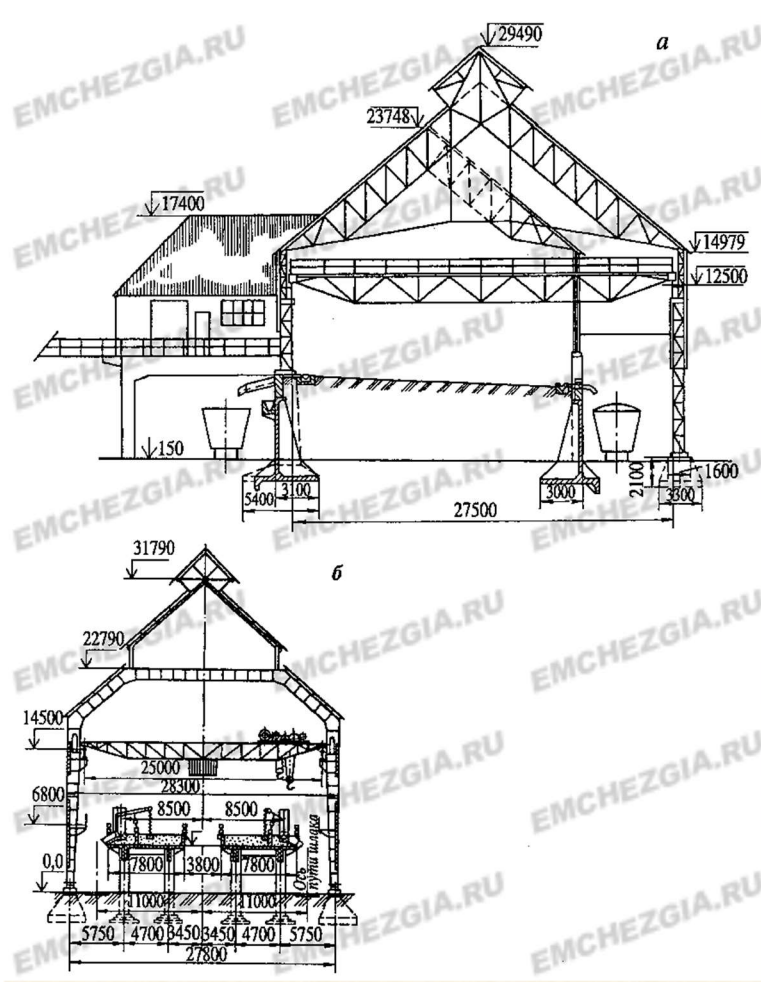
Рідкий чавун і шлак розділяються в горні завдяки різній густині, і у міру скупчення випускаються через чавунну і шлакову льотки. Випуск чавуну з печі робиться по жолобах, розташованих на майданчику ливарного двору [3-5].

Ливарний двір доменного цеху являє собою будівлю з робочою площадкою, розташованої трохи нижче чавунних льоток і призначеної для розміщення жолобів, по яких рідкий чавун з льоток надходить в ковші чавуновозів, а шлак в ковші шлаковозів. Робочу площадку розташовують на висоті, що дозволяє розмістити нижче її поворотні жолоби під ними чавуновози і шлаковози, переміщувані по коліях на нульовій позначці. На майданчику ливарного двору також розміщують механізми для розкриття і закладення чавунних льоток, зміни фурм, обслуговування жолобів; пульти управління механізмами; ємності для піску, глини, вогнетривких мас.

За типом спорудження ливарні двори в залежності від розбивки цеху розділяються на блочні (загальні для двох суміжних доменних печей) і острівні (індивідуальні для кожної печі) (рис.1.2, 1.3). В свою чергу острівні двори поділяють на однобічні (розташовані тільки з одного боку печі), двобічні або двійні (розміщені по обидва протилежних боки печі) і кільцеві (для потужних печей з чотирма чавунними льотками). Ливарні двори блочного типу споруджувалися для старих печей корисним об'ємом 930-1033 м³ із закритим, або напіврозкритим горном.

Печі II типового острівного проекту об'ємом 1386 м³ із відкритими горнами мали майданчики ливарного двору на залізобетонному коробчастому перекритті, що спиралося на колони (рис.1.2б).

План круглого ливарного двору показано на рис.1.3. Споруда такого двору є багатокутником із кільцевим ліхтарем, перекритим зверху колошниковим майданчиком. Сталеві колони споруди спираються на залізобетонні колони ливарного двору. Перекриття його виконане із збірних залізобетонних плит, що спираються на сталеві балки. [6]



а - I типовий проект; б — II типовий проект

Рисунок 1.2 – Прямокутний ливарний двір доменної печі

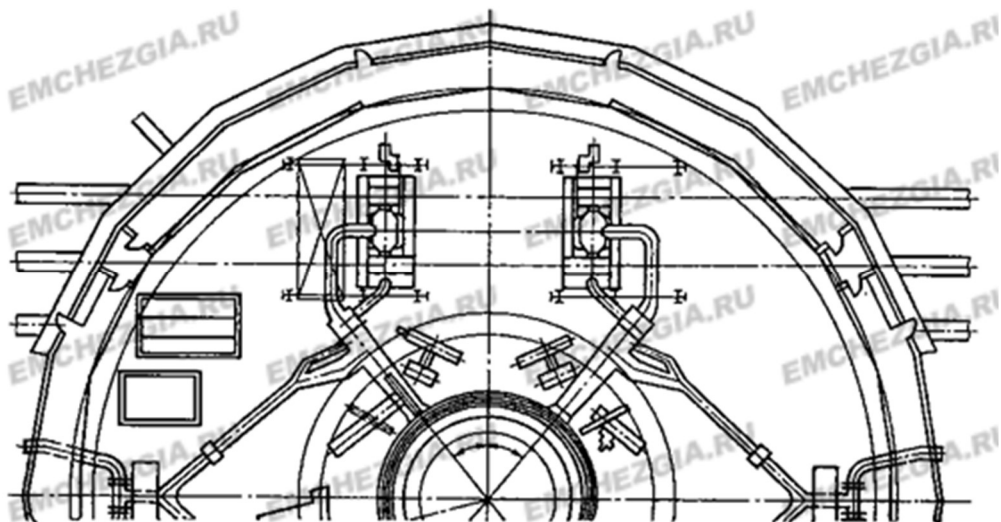


Рисунок 1.3 – Круглий ливарний двір

Круглий ливарний двір було запропоновано для потужних печей, оснащених чотирма чавунними льотками. Для обслуговування двору круглого планування є шість залізничних колій (по три з кожного боку: по одному, найближчому до печі, господарському і по два постановочних для чавуновозів). Чавунних льоток чотири, шлакових одна, що є запасним пристроєм з тимчасово встановлюються жолобом на випадок випуску верхнього шлаку.

Розлив чавуну здійснюється через хитні жолоби, що пересуваються штовхачами [7].

1.2 Небезпечні фактори на ливарному дворі

У доменному цеху дуже багато джерел потенційних небезпек – розплавлені чавун і шлак, нагріті до високої температури поверхні і середовища (дуття, доменний газ, пара), вибухонебезпечні гази, рухомі предмети великої маси і так далі.

Найбільша небезпека виникає у цеху під час аварій. Одні з найбільш небезпечних аварій - прориви горна, які в більшості випадків відбуваються раптово, пов'язані з необхідністю аварійної зупинки печі для відновного ремонту, тривалими простоями печі. Велика частина проривів відбувається в районі чавунних льоток, між ними або декілька нижче за їх рівень.

Основні причини цих аварій наступні: слабкий контроль спорудження кладки, внаслідок чого були перевищені допустимі розміри швів; неякісне заповнення швів і зазорів; недостатня якість вогнетривких матеріалів, що йдуть на футерування горна і поду; недостатній контроль стану печі з боку обслуговуючого персоналу і невчасне вживання заходів по недопущенню виходу зі строю вогнетривкої кладки [8].

Для профілактики таких аварій необхідний ретельний контроль якості вогнетривких матеріалів і швів кладки. Особливо це відноситься до вуглецевих матеріалів. Вуглецеві блоки, маса і паста руйнуються під впливом води, вуглекислого газу, шлаків і чавуну. Відповідальною частиною горна доменної печі, що вимагає особливої уваги з боку обслуговуючого

персоналу, є чавунні льотки. Бригада горнових зобов'язана забезпечувати необхідну довжину чавунних льоток, максимально можливу їх стійкість проти зносу, ремонт, набивання, сушку і закриття [8].

Ретельний контроль за станом льоток, за охолоджуванням горна і поду, строге виконання графіка випуску продуктів плавки забезпечать збереження вогнетривкої кладки допоможуть запобігти прориву горну.

До аварій, які можуть мати тяжкі наслідки, відносяться прогари фурм, а також холодильників печі. Надходження води і пари в робочий простір печі може привести до різкого розширення пари, яке може супроводжуватися розкладанням води при високій температурі на кисень і водень з утворенням гримучої суміші. Вибух останньої може привести до руйнування корпусу печі

Причини прогарів - недотримання графіка випуску продуктів плавки, засмічення горна, різке зниження якості коксу, утворення гарнісажу великої товщини і підхід чавуну до шлакової льотки. Засоби попередження таких аварій: автоматична сигналізація, своєчасна зміна охолоджуваної апаратури, відключення подачі води в холодильники, що прогоріли [8].

Третій вид небезпечних аварій - розриви кожуха доменної печі, які зустрічаються відносно рідко. Серед причин таких аварій можна назвати наступні: перегрів кожуха унаслідок виходу зі строю вогнетривкої кладки і холодильників; недостатнє охолоджування кожуха; мала міцність кожуха унаслідок неправильного підбору марки стали і недостатньої товщини кожуха; низька якість зварних швів; висока напруга в кожусі унаслідок теплового розширення кладки; недостатня якість заповнення компенсаційного зазору між кладкою і кожухом. Заходи запобігання: ретельний контроль зварних швів, роботи холодильників кожуха печі, компенсаційного зазору [8].

Крім аварійних ситуацій є імовірність нещасних випадків при нормальному режимі роботи печі. При випуску продуктів плавки виникає небезпека опіків бризками чавуну і шлаку. При розкритті льотки

гідравлічною машиною можливе механічне травмування і також опіки. Як і в інших цехах, можливе падіння в наслідок різних причин (відсутність або несправність огороження на високих майданчиках, слизька або нерівна поверхня тощо).

1.3 Шкідливі фактори на ливарному дворі

На ливарних дворах доменних цехів утворюються великі кількості надлишкового тепла, інфрачервоної радіації, виділяються багато пилу і газів, на працівників діє підвищений рівень шуму. Тому питання створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці тут набувають особливого значення. Як приклад, шкідливі чинники виробничого середовища на робочому місці горнового у доменному цеху ПАТ «МК Запоріжсталь», їх допустимі і фактичні значення наведені в таблиці 1.1.

На ливарному дворі пил і гази виділяються в основному від льоток чавуну і шлаку, жолобів ділянок зливу і ковшів. При випуску та розливанні чавуну по ковшах в атмосферу виділяються викиди пилу, оксиду вуглецю, сірчистого ангідриду. Вихід газів при зливі чавуну в ківш становить 17 ... 23 тис. м³ / год. У чавунної льотки виділяється близько 90 тис. м³ / год. газів. Питомі виходи шкідливих речовин на 1 т чавуну складають: 0,4-0,7 кг пилу; 0,7-1,15 кг CO; 0,11-0,17 кг SO₂. Пил і гази видаляються частково через ліхтарі будівлі, частково за допомогою аспіраційних систем з очищенням від пилу перед викидом в атмосферу переважно в батарейних циклонах [8].

Пил являє собою бризки чавуну, що окислюються в повітрі, возгони, що утворилися при контакті струменя металу з повітрям. До складу пилу ливарного двору входять оксиди заліза (до 57%), діоксид кремнію (до 29%), вуглець у вигляді графіту (до 7%). Цей пил має фіброгенну дію [8].

З газів, що поступають в робочу зону доменного цеху, найбільшу небезпеку представляє оксид вуглецю (CO). Питомі виділення оксиду

вуглецю залежать від продуктивності печі і коливаються в межах 0,5...4 кг/т чавуну [8].

Таблиця 1.1 - Карта умов праці на горновому майданчику доменного цеху ПАТ «МК Запоріжсталь»

| Чинники виробничого середовища і трудового процесу | Нормат. значення [10,11,12] | Факт. значення | III клас: шкідливі і небезпечні умови праці | | | |
|--|---|---|--|----------|-----------|--|
| | | | I ступ. | II ступ. | III ступ. | IV ступ. |
| 1. Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ 3-4 класи небезпеки: CO SO ₂ NO _x | 20 10 5 | 30 15 6 | в1,5 р. в1,5 р. в1,2 р. | | | |
| 2. Пил переважно фіброгенної дії, мг/м ³ | 4 | 270 | | | | в 67,5 р. |
| 3. Вібрація загальна, дБ локальна дБ | 92 109 | 85 105 | | | | |
| 4. Шум, дБА | 85 | 88 | на 3дБА | | | |
| 5. Мікроклімат Теплий період Температура, °C Відносна вологість, % Швидкість руху повітря, м/с Холодний період Температура, °C Відносна вологість, % Швидкість руху повітря, м/с Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ² | 15...26 ≤ 65 0,2...0,6 13...19 ≤ 75 ≤ 0,5 140 | 40 50 0,5 35 50 0,5 12800 | | | | на 14°C на 16°C > 2600 |
| Важкість роботи | | III - важка | | | | |

Максимальна концентрація CO спостерігається на колошнику під час роботи засипного апарату. Колошникові майданчики відносяться до газонебезпечних місць I групи. Тут можна працювати лише в газозахисних апаратах по спеціальному допуску і у присутності газорятівників. На горновому майданчику концентрація CO досягає 30 мг/м^3 , що перевищує ГДК (20 мг/м^3). Оксид вуглецю поступає в приміщення ливарного двору і піддоменнику при випуску чавуну і шлаку, через нещільність в кожусі доменної печі і газових комунікаціях, а також утворюється при згоранні коксу, що закидається в жолоби і в ковші з чавуном.

Всі викиди ливарного двору великих печей прагнуть об'єднувати і спрямовувати для очищення в електрофільтри чи рукавні фільтри.

Основними джерелами теплового випромінювання в доменному цеху є рідкий чавун і шлак, нагріті поверхні печі, трубопроводів і тому подібне.

Разом з тепловипромінюванням від гарячих поверхонь надходить конвекційний нагрів повітря, що підвищує температуру в приміщеннях. Максимальна інтенсивність інфрачервоного випромінювання і найбільша температура повітря спостерігаються на горновому майданчику в період випуску чавуну і шлаку (до $12,8 \text{ кВт/м}^2$ і 40°C) [8].

Інтенсивність інфрачервоного випромінювання від розплавленого чавуну на відстані 5 м від джерела складає $2,2 \text{ кВт/м}^2$, на відстані 3 м – $5,3 \text{ кВт/м}^2$. При випуску шлаку ці значення складають: на відстані 5 м – $3,7 \text{ кВт/м}^2$, на відстані 3 м – $10,2 \text{ кВт/м}^2$. Інтенсивність теплового випромінювання від рідкого шлаку вища, ніж від рідкого чавуну, що пояснюється вищою температурою шлаку [9].

Спектр випромінювання рідких продуктів плавки містить видимі і інфрачервоні промені. Максимум випромінювання доводиться на інфрачервоні промені з довжиною хвилі близько 1,6 мкм, що мають середню проникаючу здатність в тканинах організму. Теплове випромінювання від поверхні печей містить в основному довгохвильові інфрачервоні промені, які викликають нагрів лише поверхні шкіри.

Інфрачервоне випромінювання і надлишки конвекційного тепла впливають на функціональний стан людини, його центральну нервову систему. Спостерігаються різке почастишання серцебиття, підвищення максимального і пониження мінімального артеріального тиску, підвищення температури тіла, посилення потовиділення. При тривалій дії високих температур відбувається порушення водно-сольового балансу, яке може привести до теплового удару [9].

Рівень шуму на робочому місці горнового перевищує допустимий - 88дБА, а біля повітророзвантажувального клапану «снорт» під час його роботи може досягати 120...130дБА. Шум в приміщенні пульта управління доменною піччю (68 дБА) не перевищує допустимого рівня [8,11].

Джерелами вібрації є вентилятори системи аспірації, машини для розкриття і забивання льотки, фурми, рух чавуновозних і шлакових ковшів. Рівень віброшвидкості на робочих місцях, як правило, не перевищує допустимого значення і лежить в межах 70...85 дБ [8, 12].

1.4 Огляд захисних мір від небезпечних та шкідливих факторів

На практиці в доменному процесі постійно виникають відхилення від нормальних параметрів (розлади ходу печі), що викликають зниження рівня безпеки і що наводять до виникнення небезпечних виробничих чинників. Основними такими відхиленнями є: похолодання, перегрів, тугий хід, однобічний хід, каналний хід, захаращення горна тугоплавкими масами.

Похолодання і перегрів можуть бути пов'язані з недостатньою або дуже високою температурою дуття; порушення ходу - з відхиленнями у складі шихти або в системі її подачі.

Для приведення параметрів в норму застосовуються всілякі способи: зміна температури і витрати дуття, складу шихти і схеми її подачі.

При випуску продуктів плавки виникає небезпека опіків бризками чавуну і шлаку. Для забезпечення безпечного проходу довкола горна біля

стенів піддоменника проти шлакових льоток мають бути влаштовані запобіжні стінки.

Для переходу через канави і жолоби влаштовуються теплоізольовані перехідні містки, захищені перилами. [9, 13].

При завантаженні шихти в доменну піч можливі гострі отруєння оксидом вуглецю і опіки полум'ям. Найважливіший захід - герметизація засипних пристроїв. Важливим чинником інтенсифікації доменного процесу є підвищення тиску колошникових газів. Це пред'являє високі вимоги до стійкості і функцій газоушільнювачів засипних апаратів. Найчастіше виходять зі строю конуси засипних апаратів, які виконують функції газового ушільнення і розподілу шихти на колошнику.

Принципово відмінною конструкцією засипного апарату є безконусний засипний апарат, вживаний в даний час на деяких заводах України. Апарат складається з шлюзових лійок з клапанами ушільнювачів. Розподіл матеріалів по діаметру колошника здійснюється лотком, що обертається в горизонтальній площині, з регульованим кутом нахилу. Конструкція дозволяє добитися максимального зменшення витоку газів.

Захист від радіаційного і конвекційного тепла здійснюється в доменному цеху наступними способами:

- теплоізоляція гарячих поверхонь;
- загальна вентиляція;
- місцева вентиляція;
- випарне охолодження кожуха печі;
- вживання закритих жолобів, футерованих теплоізоляційними матеріалами;
- дрібнодисперсний розпил води в повітря робочої зони;
- вживання засобів індивідуального захисту.

Теплоізолюється безпосередньо доменна піч, трубопроводи гарячого дуття, повітрянагрівачі. Як теплоізоляційні використовують матеріали з

низькою теплопровідністю – піношамот, пінодіатоміт, мінеральну вату, трепел. Окрім поліпшення умов праці, теплоізоляція грає важливу технологічну роль, зменшуючи втрати тепла в довкілля. Тим самим підвищується тепловий к.к.д. агрегату, знижується витрата палива.

Вживання випарного охолодження кожуха печі знижує тепловиділення в приміщення цеху, підвищує стійкість кожуха, дозволяє використовувати тепло, що генерується і відводиться парою. Випарним способом охолоджуються також фурми і клапани повітронагрівачів, що збільшує їх стійкість і знижує вірогідність аварій.

Використання закритих жолобів різко зменшує інтенсивність інфрачервоного випромінювання з поверхні рідкого чавуну або шлаку, знижується також надходження в повітря робочої зони теплонадлишків і шкідливих речовин.

Для зволоження і охолодження повітря робочої зони, а також для зволоження одягу і відкритих частин тіла працюючих, можна застосовувати дрібнодисперсне водорозпил. Водорозпил підвищує ефективність аерації і сприяє осадженню зваженого в повітрі пилу. Вдихуваний водяний пил оберігає слизисті оболонки дихальних шляхів від висихання.

Для розпилу застосовують воду питної якості. Дисперсність - 50...60 мкм. Воду розпилюють за допомогою пневматичних форсунок. Кількість води вибирають з розрахунку її повного випару. Абсолютна вологість повітря при цьому не повинна перевищувати 14 г/м^3 [9].

Як спецодяг для горнових, їх підручних і інших працівників, що працюють в умовах теплового впливу, застосовуються костюми з молескіну або шинельного сукна. Для захисту голови – широкополі фетрові капелюхи, для захисту очей – козиркові окуляри моделей К1 або К4 зі світлофільтрами Д-1 або Д-2. Взуття – чоботи валяні з натуральної шерсті з ворсом або із знятим ворсом, а також калоші валяні [14].

Для захисту від пилу і газовиділень застосовується аерація, місцева витяжна вентиляція, засоби індивідуального захисту. Від пилу в гарячих цехах захищають респіратори РП-км, РПА-1, Ф-62ш, ПРШ-741 [14].

Вентилятори системи аспірації, з метою зменшення шуму, встановлюють в окремому приміщенні.

Для зменшення шуму при роботі повітророзвантажувального клапана «снорт» слідє повітря випускати не безпосередньо в атмосферу, а через димовий лежак повітронагрівачів.

Для зниження імовірності ураження струмом на ливарному дворі і піддоменнику електроустаткування застосовується закрите і таке, що обдувається (закриті апарати, забезпечені вентиляційним пристроєм для обдування їх зовнішньої частини).

Для передачі і розподілу електроенергії по території і у виробничих приміщеннях прокладають електричні кабелі. Для живлення стаціонарних установок (силових і освітлювальних) використовують броньовані кабелі з алюмінієвою або свинцевою оболонкою. Силові кабелі прокладають в металевих трубах під землею в спеціально влаштованих кабельних каналах, колекторах, тунелях. У виробничих приміщеннях кабелі прокладають відкрито по стінах, перекриттях, металоконструкціях.

Кабелі, прокладені на внутрішніх стінах робочого майданчика доменної печі, захищаються від прямої дії розплавленого металу і газів.

2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз статистики нещасних випадків

Згідно [17] в Україні набули масового характеру випадки, коли під тиском роботодавців про звільнення або пониження на роботі, потерпілі дають неправдиві свідчення, що дає змогу переводити нещасні випадки, які сталися на виробництві, до розряду таких, що не пов'язані з виробництвом, або до таких, що сталися у невиробничій сфері.

Офіційна статистика, облік кількості нещасних випадків на виробництві, які здійснюють Держпраці та Фонд соціального страхування, не відображають фактичний стан безпеки праці та рівень травматизму в Україні.

Так, за даними Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та профзахворювань починаючи з 2011 до 2016 року спостерігається постійне щорічне зменшення виробничого травматизму.

Фактичний рівень виробничого травматизму та умови праці в Україні залишаються значно гіршими, ніж у країнах Європейського Союзу.

За рівнем смертності на виробництві, Україна випереджає всі країни ЄС і має найгірші показники, навіть в порівнянні з колишніми країнами СНГ (наприклад, Молдова, Естонія).

Співвідношення смертельних випадків до загальної кількості травмованих в Україні 1 до 7,6. Гірші ніж в Україні аналогічні показники відмічаються лише у Індії (1 до 4) та у Китаї (1 до 5). В європейських країнах співвідношення числа загиблих до числа травмованих складає, наприклад, у Німеччині – 1 до 1260, Словаччині – 1 до 208, Польщі – 1 до 145 [17].

Тому до статистичних даних треба відноситися обережно.

Чорна металургія відноситься до переробної промисловості. Згідно [15] рівень травматизму в цій галузі поступово знижується (табл. 2.1, рис. 2.1).

Загальний травматизм за 3 роки знизився на 8,3%, а смертельний – на 12,8%. В цілому по країні за цей період загальний травматизм зменшився на 11,8%, смертельний – на 12,0%. Таким чином, зниження рівню загального травматизму у галузі йде повільніше, ніж в цілому по країні, а смертельного – приблизно такими ж темпами. Рівень травматизму у переробній промисловості у 2017 році склав 1,1 потерпілих на 1000 працюючих [15]. Це четверте місце з 21 виду діяльності за розділами КВЕД.

Таблиця 2.1 – Динаміка травматизму у переробній промисловості

| Кількість травмованих | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------------------------|------|------|------|------|
| Взагалі | 1509 | 1408 | 1258 | 1384 |
| Смертельно | 187 | 164 | 177 | 163 |
| З установленням інвалідності | 163 | 132 | 92 | 138 |

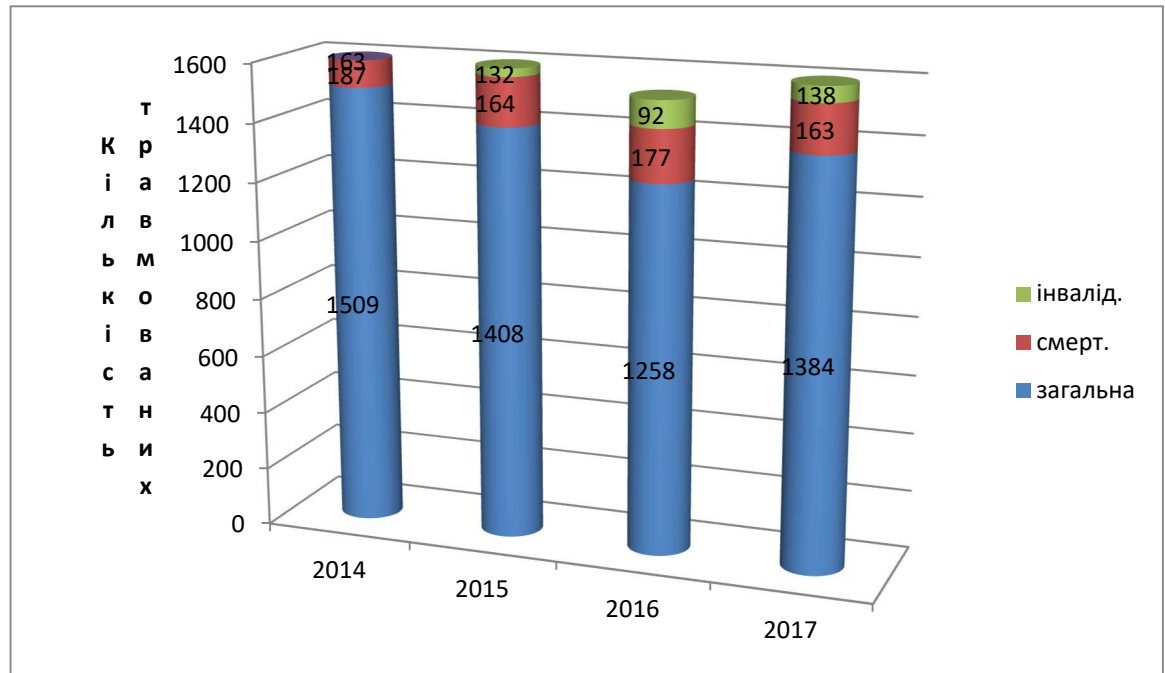


Рисунок 2.1 – Динаміка травматизму у переробній галузі

У металургії за 2017 рік від нещасних випадків потерпіли 273 працівника, з них 54 жінки. Загальна кількість днів непрацездатності – 11828, на одного травмованого – 43,3 дня. Рівень травматизму – 1,9, що у 1,7 разів вище, ніж взагалі по переробній промисловості і у 2,7 рази вищі ніж в цілому по країні[15].

Кількість загиблих на виробництві у металургії у 2017 році – 22, з них 5 жінок. З урахуванням того, що у металургії працює близько 142 тис. робітників, кількість загиблих на 1000 осіб – 0,155. Це у півтори рази вище, ніж в цілому по країні (0,1) [15].

Основною причиною нещасних випадків у переробній промисловості згідно [15] є незадовільний технічний стан виробничих об'єктів, будівель, споруд, інженерних комунікацій, території; засобів виробництва; транспортних засобів – 54% від загальної кількості нещасних випадків.

Таким чином, стан охорони праці стосовно рівню травматизму у переробній промисловості гірший, ніж в цілому по Україні, а у металургії – гірший, ніж взагалі у переробній промисловості.

Що стосується доменних цехів, в тому числі ливарних дворів, свіжої статистики тут немає. Скористуємося даними Хесіна [8]. Хоча протягом років абсолютна кількість нещасних випадків змінювалась, відсоткові складові кожної з причин залишалися приблизно постійними.

Основні причини нещасних випадків в доменних цехах за багатолітній період приведені в таблиці 2.2. 66% травм викликано організаційними причинами – порушеннями інструкцій, неправильними прийомами роботи, неправильною організацією праці і т.д [8]. Той же автор вказує, що основними причинами аварій також є організаційні (64%).

Таблиця 2.2 – Причини нещасних випадків в доменних цехах

| <i>Вид причини</i> | <i>Частка, %</i> |
|--|----------------------|
| 1 | 2 |
| Технічні причини, з них: | 29,5 |
| конструктивні недоліки обладнання | 1 |
| конструктивні недоліки будівель і споруд | 0,6 |
| конструктивні недоліки інструменту і пристосувань | 0,1 |
| конструктивні недоліки обгороджувальних і укриттів | 0,1 |
| конструктивні недоліки спецодягу и ЗІЗ | 1,3 |
| несправність устаткування | 6,8 |
| несправність будівель і споруд | 0,9 |
| несправність інструменту і пристосувань | 1,4 |

Закінчення таблиці 2.2

| 1 | 2 |
|---|-------------|
| несправність обгороджувань і укриттів | 0,6 |
| несправність спецодягу і ЗІЗ | 1,9 |
| невідповідність вимогам або відсутність устаткування | 2,0 |
| невідповідність вимогам або відсутність будівель і споруд | 0,1 |
| невідповідність вимогам або відсутність інструменту і пристосувань | 2,2 |
| невідповідність вимогам або відсутність обгороджувань, укриттів | 1,8 |
| невідповідність вимогам або відсутність спецодягу і ЗІЗ | 8,7 |
| Організаційні причини, з них: | 66,1 |
| неправильна організація праці | 9,0 |
| незадовільне утримання робочих місць | 4,7 |
| незадовільне утримання проходів і проїздів | 3,6 |
| неправильні прийоми роботи | 15,0 |
| виконання недорученої роботи | 1,3 |
| допуск до роботи недостатньо виучених працівників | 4,6 |
| допуск до роботи працівників, невідповідних за станом здоров'я | 0,1 |
| порушення правил будови і експлуатації устаткування доменного виробництва | 6,7 |
| порушення правил пристрою і експлуатації вантажопідйомних кранів | 0,9 |
| порушення правил пристрою і експлуатації судин, що працюють під тиском | 1,1 |
| порушення інструкцій по техніці безпеки | 16,3 |
| інші | 2,8 |
| Санітарно-гігієнічні причини, з них: | 4,4 |
| загазованість | 1,2 |
| запиленість | 2,2 |
| нераціональне освітлення | 1,0 |

Серед технічних причин (близько 30% нещасних випадків) переважають причини, пов'язані з відсутністю відповідного устаткування, інструменту, засобів захисту або їх невідповідністю вимогам.

Санітарно-гігієнічні причини складають лише близько 4% причин нещасних випадків.

Розподіл нещасних випадків за професіями потерпілих наведений у таблиці 2.3 [8]. Бачимо, що третина нещасних випадків відбувається з горновими, хоча вони складають лише близько 15% всіх робітників, що працюють в доменних цехах. Таким чином, саме професія горнового є найнебезпечнішою у цеху і вимагає підвищеної уваги відносно охорони праці.

Таблиця 2.3 – Розподіл нещасних випадків за професіями потерпілих

| <i>Професії</i> | <i>Частка, %</i> |
|--|------------------|
| 1 | 2 |
| Прийом і завантаження шихти У тому числі: | 16,0 |
| Прийом і усереднювання шихти | 0,5 |
| Подача шихти в бункери | 7,3 |
| Завантаження шихти в піч | 6,7 |
| Прибирання підбункерного приміщення і скипових ям | 1,5 |
| Обслуговування доменних печей і повітрянагрівачів у тому числі: | 42,8 |
| горнові | 32,3 |
| газівники | 2,5 |
| водопровідники печи | 4,4 |
| машиністи крану ливарного двору | 0,4 |
| майстри доменної печи | 2,3 |
| інші | 0,9 |
| Збирання колошникового пилу | 1,1 |
| Обслуговування розливних машин, депо ремонту ковшів і складу холодного чавуну у тому числі | 12,7 |

Закінчення таблиці 2.3

| 1 | 2 |
|---|-------------|
| Обслуговування розливних машин | 11,6 |
| Обслуговування депо ремонту ковшів | 0,1 |
| Обслуговування складу холодного чавуну | 1,0 |
| Обслуговування глином'ялки | 0,9 |
| Роботи на шлаковому відвалі і гранбасейні | 2,5 |
| Ремонтно-допоміжні роботи у тому числі: | 18,6 |
| вогнетривкі роботи | 1,3 |
| слюсарні роботи | 12,4 |
| електротехнічні роботи | 3,5 |
| зварювальні роботи | 1,4 |
| Роботи в майстернях цеху У тому числі: | 3,4 |
| Слюсарі, токаря, ковалі, мідники | 2,6 |
| Електрики | 0,3 |
| Теслярі | 0,3 |
| Інші | 0,2 |
| Інші роботи | 2,0 |

Розподіл нещасних випадків за місцем події (табл. 2.4) показує, що частіше за все вони мають місце на ливарних дворах і піддоменнику – 42% всіх випадків [8]. Це, знов таки підтверджує висновок, що роботи безпосередньо на печі є найнебезпечнішими у доменному цеху. Тому місце проведення цих робіт – ливарний двір і піддоменник – потребують особливої уваги і впровадження заходів щодо підвищення рівня безпеки праці.

Таблиця 2.4 – Розподіл нещасних випадків за місцем випадку

| Місце випадку | % |
|--|------|
| 1 | 2 |
| Рудні двори | 5,2 |
| Механізми завантаження доменних печей | 12,7 |
| Власне доменні печі у тому числі: | 44,4 |
| колошникові і кільцеві майданчики | 2,4 |
| піддоменники | 25,8 |
| ливарні двори | 16,1 |
| установки охолодження | 0,1 |
| Пристрої для збирання чавуну і приготування заправних матеріалів | 16,3 |
| Повітрянагрівачі | 0,9 |
| Пиловловлювачі | 1,0 |
| Технологічні комунікації | 0,5 |
| Залізничні колії доменного цеху | 3,9 |
| Пристрої для прибирання і переробки шлаку | 3,6 |
| Майстерні | 3,6 |
| Допоміжні приміщення | 3,0 |
| Побутові приміщення | 1,5 |
| Інші | 3,4 |

Серед видів травм у доменному цеху найпоширеніші – опіки (33%), забої (25%) і перелами (16%) [8], що слід розглядати як доказ необхідності підвищення уваги до захисту від термічної дії виробничих факторів і механічного травмування. Гострі отруєння (оксидом вуглецю II) складають 2% від загальної кількості травм, а електротравми – 0,2% [8].

2.2 Аналіз подій, що спричинили нещасні випадки

За умови економічної, екологічної та демографічної кризи в Україні, подій на Сході України, склалася надзвичайна ситуація з безпекою та умовами праці на більшості підприємств.

За останні роки кількість працюючих в умовах, що не відповідають установленим нормам з охорони праці, зросла з 15 до 30 відсотків від загальної чисельності працівників і складає майже 3 млн. людей.

За даними Держсанпідемнагляду – більше 70% підприємств України не відповідають вимогам санітарних правил щодо функціонування на них систем опалення, вентиляції освітлення та роботи санітарно-побутових приміщень.

В середньому в шкідливих та небезпечних умовах праці на сьогоднішній день працює майже кожен третій робітник [17].

За 9 місяців 2019 року робочими органами виконавчої дирекції Фонду соціального страхування зареєстровано 3270 (з них 286 - смертельно) потерпілих від нещасних випадків на виробництві [18]. Основні події, що призвели до нещасних випадків наведені у табл. 2.5

У металургійній промисловості за 9 місяців 2019 року постраждали 162 робітника, з них смертельно – 7 [18].

Наочно ці дані відображені на рис. 2.4.

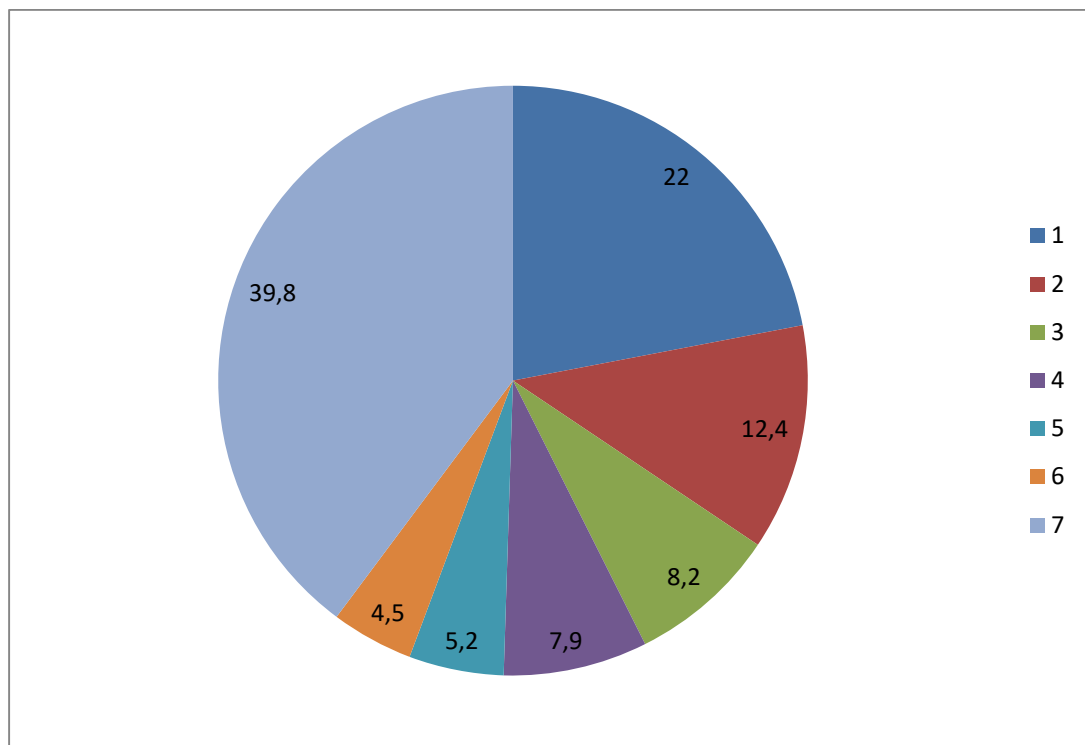
Проаналізуємо, яким чином можуть статися названі у попередньому пункті випадки травмування на ливарному дворі, враховуючи дані табл. 2.2, 2.3, 2.4 і 2.5 та рис. 2.4.

Тут є в наявності робочі місця на висоті. До робіт на висоті відноситься робота на виробничих майданчиках, розташованих на висоті 1,3 і більше метрів від рівня підлоги, перекриття або настилу, згідно [16].

Робота у таких умовах є роботою з підвищеною імовірністю падіння і механічного травмування при цьому.

Таблиця 2.5 – Події що призвели до нещасних випадків у січні – вересні 2019 року

| Вид подій | Кількість травмованих | Частка від загальної кількості, % |
|---|-----------------------|-----------------------------------|
| падіння під час пересування | 720 | 22,0 |
| дія рухомих і таких, що обертаються, деталей обладнання, машин і механізмів | 405 | 12,4 |
| падіння потерпілого з висоти | 268 | 8,2 |
| дорожньо-транспортна пригода | 257 | 7,9 |
| навмисне вбивство або травма, заподіяна іншою особою | 170 | 5,2 |
| падіння устаткування (обладнання) або їх конструктивних елементів | 148 | 4,5 |



1 - падіння під час пересування; 2 - дія рухомих і таких, що обертаються, деталей; 3 - падіння з висоти; 4 – ДТП; 5 - навмисне вбивство або травма, заподіяна іншою особою; 6 - падіння устаткування, деталей; 7 – інші події.

Рисунок 2.4. – Структура нещасних випадків на виробництві за видами подій (9 місяців 2019 року).

Опіки і механічне травмування можливі при роботі з такими механізмами, як машини для забивання і розкриття льотки.

Дуже небезпечні у відношенні до механічних і термічних травм аварії – прогари фурм і прориви горна.

Підсумовуючи наведені дані можна зробити висновок, що на ливарному дворі доменного цеху треба звернути увагу:

- на запобігання опікам, особливо під час випуску чавуну і шлаку;
- на стан проходів, сходів, майданчиків з точки зору унеможливлення падіння;
- на безпеку роботи з механізмами для забивання і розкриття льотки та іншими;
- на майданчики, що розташовані на висоті (наявність огорожень і їх належний стан);
- на контроль вмісту оксиду вуглецю (II) у повітрі робочої зони.

2.3 Аналіз впливу шкідливих факторів

За даними статистики в металургійному виробництві 30,4% працюючих знаходяться в умовах, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам. Встановлено, що у 86% робітників основних професій металургійного виробництва захворюваність з тимчасовою втратою працездатності залежить від впливу факторів виробничого середовища, і, в першу чергу, від дії високої температури і інтенсивності випромінювання [21].

Напруга функціонального стану різних систем при впливі несприятливого мікроклімату є причиною пригнічення захисних сил організму, виникнення передпатологічних і хворобливих змін, які поглиблюють ступінь впливу інших виробничих шкідливих чинників, зниження працездатності і продуктивності праці, підвищення рівня захворюваності [21].

З усіх випадків професійних захворювань і отруєнь, виявлених за останні роки, 31,6% припадає на підприємства чорної металургії. Величини індивідуальних ризиків професійних хронічних захворювань і отруєнь при стажі роботи 25 років досягає 8-12%, що значно перевищує величини прийняттого ризику. Зміст в повітрі робочої зони бенз(а)пірену, формальдегіду, хрому обумовлює ризик професійної онкологічної захворюваності у працюючих на металургійних виробництвах.

Величина канцерогенного індивідуального ризику при стажі роботи 25 років становить $6,2 \cdot 10^{-4}$ - $1,3 \cdot 10^{-3}$ і розглядається як висока [22].

Вплив факторів, що перелічені у п. 1.3 може призвести до росту загальної захворюваності робітників ливарного двору, до професійно обумовлених захворювань, а в гіршому випадку – до професійних захворювань.

З таблиці 1.1 бачимо, що до III класу, тобто шкідливих умов праці належать: I ступінь – концентрація оксидів вуглецю (II), сірки і азоту, а також рівень звукового тиску; III ступінь – концентрація пилу, температура повітря робочої зони та інтенсивність інфрачервоного випромінювання.

Аналіз цієї таблиці та інформаційних джерел [8 -13, 17] дозволяє зробити висновок про імовірність виникнення професійних захворювань, що надані у табл. 2.6 .

Деякі фахівці за даними досліджень наводять цифри щодо ризику виникнення профзахворювань пилової етіології та хронічних отруєнь серед робітників металургійних комбінатів на прикладі АТ «ЄВРАЗ ЗСМК» [20].

Був розрахований ризик хронічної інтоксикації, викликаний тривалим впливом токсичних речовин, ризик гострих токсичних ефектів і ризик професійних захворювань пилової етіології. Об'єктом дослідження були працівники, з 25-річним стажем роботи на підприємстві чорної металургії.

Розрахунок ризику хронічної інтоксикації ґрунтувався на показниках середніх змінних концентрацій забруднюючих речовин. Ризик гострих токсичних ефектів обчислювався за умов їх максимальних концентрацій.

Сумарний рівень ризику при комбінованому впливі декількох речовин визначався максимальним ризиком окремої домішки [20].

Таблиця 2.6 – Професійні захворювання, можливі у працівників ливарного двору доменних цехів [19]

| Найменування захворювання | Код згідно з Міжнародною статистичною класифікацією хвороб (МКХ-10) | Небезпечні та шкідливі речовини і виробничі фактори |
|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Токсичне ураження органів дихання: ринофаринголарингіт, ерозія, перфорація носової перетинки, трахеїт, бронхіт, пневмоніт, токсичний фіброзуючий альвеоліт, пневмосклероз тощо | J68-J70 | Оксиди азоту, сірка та її сполуки |
| Кон'юнктивіти (гострий, хронічний) | H10.9 | Сірка та її сполуки, оксиди азоту - |
| Кератокон'юнктивіт | H16.2 | Сірка та її сполуки, оксиди азоту |
| Пневмоконіоз | J60-J64 | Пил з вмістом графіту; пил металів та їх оксидів |
| Коніотуберкульоз (пневмоконіоз, пов'язаний з туберкульозом) | J65 | Пил з вмістом графіту; пил металів та їх оксидів |
| Хронічний бронхіт: пиловий, токсико-пиловий | J44, J68.4 | Пил різного виду |

Продовження таблиці 2.6

| 1 | 2 | 3 |
|---|-----------------------|---|
| Емфізема-бронхіт | J44 | Пил різного виду |
| Катаракта | H26.8 | Інфрачервоне випромінювання |
| Перегрівання: гостре (тепловий удар, теплова непритомність, теплові судоми тощо) та хронічне (вегетативно-судинна дисфункція з порушенням терморегуляції, електролітного обміну тощо) | T67 | Нагрівальний мікроклімат та інтенсивне інфрачервоне випромінювання |
| Нейросенсорна приглухуватість | H903 | Високий рівень звукового тиску |
| Радікулопатії Радікуломієлопатії Хронічні міофібрози передпліччя і плечового поясу | M54.1 G95.8 M65 | Роботи, пов'язані з локальним м'язовим перенапруженням, систематичним триманням вантажу на руках, його підняттям та переміщенням вручну або з докладанням зусиль. |

Закінчення таблиці 2.6

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------|--|
| Алергічні захворювання: кон'юнктивіт | H10 | Речовини та сполуки алергізуючої дії (пил, оксиди сірки) |
| ринофаринголарингіт риносинусит | J30 | |
| астматичний бронхіт | J44 | |
| бронхіальна астма | J45 | |
| екзогенний альвеоліт, гіперсенситивний пневмоніт | J67 | |
| дерматит, екзема, токсикодермія | L23.9 | |
| набряк Квінке, кропив'янка | T78.3 | |
| анафілактичний шок | T78.2 | |
| токсико-алергічний гепатит | K71.6 | |
| Ураження центральної та периферичної нервової системи тощо | G98 | |

Був зроблений висновок, що основними несприятливими факторами виробничого середовища металургів є високі концентрації токсичних речовин в повітрі робочих зон, запиленість, високі рівні шуму. Розрахунки ризику хронічної інтоксикації, пов'язаного із забрудненням повітря на робочих місцях доменних цехів, встановили, що його величина знаходиться в межах 0,426-0,718 в залежності від виробничо-професійної групи.

Для доменного виробництва найбільші рівні ризику виявлені у наступних спеціальностей: горновий, підручний горнового, машиніст крана (0,657-0,718) [20].

За даними [25] в структурі хронічних професійних захворювань металургів Росії 27,4% припадає на патологію органів дихання, на захворювання опорно-рухового апарату - 22,5%, професійну туговухість - 19,2%, флюороз - 11,9%, вібраційну хворобу - 9,2%.

Декілька інші дані бачимо у [27] для України: хвороби органів дихання - 38,9%, захворювання опорно-рухового апарату - 28,7%, захворювання, пов'язані з порушенням слуху, - 12,5%, вібраційна хвороба - 7,4%. Наочно ці дані показані на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – Структура професійних захворювань у металургії

За даними Г.Г. Мазая [26] при виконанні робіт і застосуванням значних м'язових зусиль частота пульсу у горнових досягає-196 уд./хв., середньоробоча частота пульсу - 120 уд./хв, що свідчить про високу функціональну напругу серцево-судинної системи і нераціональний режим праці і відпочинку.

В показники напруги механізмів терморегуляції слід віднести достовірне підвищення температури тіла у горнових до середини і кінця робочої зміни на 0,96-2,0 °С відповідно. Фізична праця переважно динамічного характеру супроводжується зниженням м'язової сили на 3,5 %

від вихідної величини і м'язової витривалості на 33,3-42,0%. Відзначено також достовірне зниження латентного періоду зорово-моторної реакції на 10,7% від вихідного рівня.

Аналіз впливу виробничих факторів на довготривалі адаптаційні зміни в системі терморегуляції організму горнових дозволяє зробити висновок, що їх вираженість безпосереднім чином залежить від віку і стажу працюючих. Стійкі зміни показників регуляції серцевого ритму в поєднанні з односпрямованими змінами в центральній гемодинаміці свідчать про те, що в групі горнових спостерігається більш раннє і виражене підвищення механізмів адаптації зі збільшенням віку і стажу, що при стажі 10 років і віці понад 40, розцінюється в даний час як стан "передхвороби" [26].

Крім професійних захворювань у металургії доволі поширені професійно обумовлені захворювання - група хвороб, поліетіологічного походження за своєю природою (тобто які можуть викликатися різноманітними причинами), в виникненні яких виробничі фактори вносять вагому частку. Для цих захворювань характерні:

- велика поширеність;
- недостатня вивченість кількісних показників умов праці, що визначають розвиток хвороб;
- значні соціальні наслідки - негативний вплив на демографічні показники (смертність, тривалість життя, часті й тривалі захворювання з тимчасовою втратою працездатності).

До професійно зумовлених захворювань належать захворювання серцево-судинної системи (артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця), нервово-психічні захворювання типу неврозу, хвороби опорно-рухового апарату (наприклад, попереково-крижовий радикуліт), ряд захворювань органів дихання тощо [24].

Визначено [23], що на розвиток артеріальної гіпертензії впливає робота у нічну зміну (з 22 до 6 годин). Найбільш несприятливою для здоров'я вважається робота зі змінним графіком, за якого денні та ранкові зміни

чергуються з нічними, так званий десинхроноз. Останнім часом особливу увагу як вираженому прогіпертензивному фактору приділяють десинхронозу, пов'язаному з роботою в нічну зміну. Доведено, що поширеність артеріальної гіпертензії зростає, якщо така робота вимагає швидкого темпу і буває понаднормовою.

Вплив несприятливого виробничого мікроклімату також є провокуючим чинником розвитку артеріальної гіпертензії. В умовах високої температури повітря створюється прогіпертензивний ефект, особливо відносно систолічного артеріального тиску. До виробництв із таким мікрокліматом належать гарячі цехи чорної металургії, у тому числі доменні [23].

Прогіпертензивну дію чинить також оксид вуглецю (II), що є продуктом неповного згоряння палива. Концентрація CO у повітрі робочої зони доменного цеху часто перевищує ГДК.

Особливе місце в клініці професійних захворювань посідають порушення серцево-судинної системи, що виникають у зв'язку з ураженням бронхолегеневого апарату. Вентиляційні розлади при професійних захворюваннях легень (пневмоконіоз, хронічний пиловий бронхіт, хронічний токсичний бронхіт, хронічне обструктивне захворювання легень професійного генезу, професійна бронхіальна астма) призводять до порушення легеневого газообміну, унаслідок чого розвивається альвеолярна гіпоксія, яка рефлекторно спричиняє звуження легневих артерій, а згодом і функціональну гіпертензію [23].

Сильна гіпертензія може призвести до інфаркту міокарду або інсульту, які теж треба вважати професійно обумовленими хворобами для працівників доменного цеху.

До професійно обумовлених хвороб на об'єкті належать також простудні захворювання та пневмонія – наслідок дії змінного у часі і нерівномірного у просторі температурного поля.

За даними наукової літератури вплив умов праці на стан здоров'я працюючих становить до 30% [28, 29]. У той же час ряд негативних факторів способу життя (куріння, зловживання алкоголем, гіподинамія та ін.) також є факторами ризику соматичних захворювань. Згідно сучасних досліджень, незважаючи на те, що виробничі фактори, безумовно чинять негативний вплив на працюючих, велика роль у розвитку загально соматичної неінфекційної патології належить факторам побуту і способу життя. Одночасне поєднане впливу негативних факторів способу життя і факторів виробничого середовища збільшує ризик розвитку неінфекційних загальносоматичних захворювань [28, 29], в тому числі хвороб органів дихання, серцево-судинної та кістково-м'язової систем.

Проведені на сьогоднішній день заходи з охорони здоров'я працюючих не враховують можливість розвитку професійно обумовлених захворювань [28], особливо в умовах поєданого впливу умов праці та факторів способу життя. У цих умовах збереження здоров'я залежить не тільки від поліпшення умов праці, а й від комплексу соціальних, гігієнічних, медичних та виховних заходів. У той же час такі важливі профілактичні заходи, як виробничий контроль і періодичні медичні огляди, проводяться без урахування небезпеки формування професійно обумовленої захворюваності, що негативно позначається на ефективності вищевказаних дій [28, 29].

Виявлено достовірний зв'язок умов праці з ранніми проявами професійно обумовлених захворювань органів дихання працюючих в умовах забруднення повітря робочої зони аерозолями металів [28].

Вплив негативних факторів способу життя формує додаткову ймовірність розвитку хвороб органів кровообігу (до 0,067), органів дихання (0,091), органів травлення (0,356); поєднаний вплив факторів способу життя (шкідливі звички, нехтування медициною) і професійних факторів призводить до достовірного збільшення професійно обумовленої патології системи кровообігу (гіпертензії) і органів дихання.

Підсумовуючи сказане в цьому пункті, можна зробити висновок, що при проектуванні заходів з поліпшення умов праці на ливарному дворі в першу чергу треба звернути увагу на фактори, що вказані у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Шкідливі фактори на ливарному дворі та їх наслідки

| Шкідливий фактор | наслідок |
|--|--|
| Несприятливий мікроклімат (висока температура повітря, змінне і нерівномірне температурне поле, протяги) | Напруга механізмів терморегуляції, теплові удари, простудні захворювання, пневмонія, артеріальна гіпертензія |
| Інфрачервоне випромінювання | Катаракта, теплові удари |
| Пил | Ураження органів дихання – (пневмоконіоз, хронічний бронхіт тощо) |
| Бенз(а)пірен | Онкологічні захворювання |
| Оксиди азоту, сірки | Токсичне ураження органів дихання; ураження очей (кон'юктивіт) |
| Оксид вуглецю (II) | Хронічне отруєння, артеріальна гіпертензія |
| Шум | Туговухість |
| Значні м'язові зусилля | Ураження опорно-рухового апарату, м'язів (радікулопатії, міофібрози) |
| Робота у нічну зміну | Артеріальна гіпертензія, нервово-психічні захворювання |
| Всі перелічені фактори | Ріст загальної захворюваності, зниження імунітету |

2.4 Оцінка умов праці на ливарному дворі

Державні санітарні норми «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [30] дозволяє відносно об'єктивно оцінити умови праці на робочому місці. Оцінюються фактори виробничого середовища і трудового процесу.

Під факторами виробничого середовища, які досліджуються, розуміють мікроклімат (температура, відносна вологість і швидкість руху повітря), природне і штучне освітлення, шум, інфразвук, ультразвук, ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання, іонізуючі випромінювання, вібрація, електричні та електромагнітні поля і випромінювання, концентрація пилу і хімічних речовин в повітрі робочої зони.

Під факторами трудового процесу, які досліджуються, розуміють його важкість і напруженість [31].

Фактори виробничого середовища виражаються у таких фізичних величинах як °С (температура повітря), м/с (швидкість руху повітря), лк (освітленість), Вт/м² (інтенсивність випромінювання), дБ (рівень звукового тиску, віброшвидкості), мг/м³ (концентрація речовини у повітрі), В/м (напруженість електричного поля), Зв (еквівалентна та ефективні дози іонізуючого випромінювання), або у відсотках (відносна вологість, коефіцієнт природної освітленості).

Важкість трудового процесу оцінюють за низкою показників, виражених у ергометричних величинах, що характеризують трудовий процес, незалежно від індивідуальних особливостей людини, що бере участь у цьому процесі. Основними показниками важкості трудового процесу є:

- фізичне динамічне навантаження;
- маса вантажу, що піднімається і/або переміщується вручну;
- стереотипні робочі рухи;
- статичне навантаження;

- робоча поза;
- нахили корпусу;
- переміщення в просторі [31].

Основними показниками напруженості трудового процесу є:

- навантаження інтелектуального характеру;
- сенсорні навантаження;
- емоційні навантаження;
- монотонність навантажень;
- режим роботи [31].

У залежності від отриманих показників умови праці відносять до відповідного класу згідно [30].

Оцінимо умови праці горнового. Для цього візьмемо дані табл. 1.1, де оцінюється виробниче середовище і доповнимо оцінку факторів трудового процесу. Для цього скористуємось табл. 2.8 і 2.9 [30].

Таблиця 2.8 – Класи умов праці за показниками важкості

| Показник важкості | Класи умов праці | | | Фактичне значення |
|--|------------------|----------|---------|-------------------|
| | 2 | 3.1 | 3.2 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Загальні енергозатрати організму, Вт | До 290 | 291-348 | 349-406 | 350 |
| Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, для чоловіків, кг: | До 30 | До 35 | > 35 | 25 |
| Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну) При регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) | До 20000 | До 30000 | > 30000 | До 20000 |

Закінчення таблиці 2.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Статичне навантаження за участю м'язів тулуба та ніг, для чоловіків, кг·с | До 100000 | До 200000 | >200000 | До 200000 |
| Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну | 51-100 | 101-300 | >300 | 150 |
| Робоча поза | Перебування в позі «стоячи» - до 60% часу зміни | Перебування в позі «стоячи» - від 60% до 80% часу зміни | Перебування в позі «стоячи» - більше 80% часу зміни | Перебування в позі «стоячи» - до 60% часу зміни |

Таблиця 2.9 – Класи умов праці за показниками напруженості

| Показник напруженості | Фактичне значення | Класи умов праці |
|--|---|------------------|
| Зміст роботи | Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією | 2 |
| Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка | Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій | 2 |
| Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни) | 51-75 | 2 |
| Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки | Є відповідальним за функціональну якість основної роботи (завдання). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади тощо) | 3.1 |
| Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб | вірогідний | 3.2 |
| Змінність роботи | Тризмінна робота (з роботою в нічну зміну) | 3.1 |

Остаточно зводимо у табл. 2.10 фактори виробничого середовища і трудового процесу, які відповідають шкідливим умовам праці

Таблиця 2.10 – шкідливі виробничі фактори на робочому місці розливальника сталі

| Фактори виробничого середовища і трудового процесу | Клас |
|---|------|
| ангідрид сірчистий | 3.1 |
| азоту оксиди | 3.1 |
| вуглецю оксид | 3.1 |
| Пил фіброгенної дії | 3.4 |
| шум | 3.1 |
| температура повітря | 3.4 |
| інфрачервоне випромінювання | 3.4 |
| Загальні енергозатрати організму | 3.2 |
| Статичне навантаження | 3.1 |
| Нахили тулуба (вимушені, більше 30°) | 3.1 |
| Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. значущість помилки | 3.1 |
| Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб | 3.2 |
| Змінність роботи | 3.1 |

З табл. 2.10 маємо: 8 факторів відповідають класу 3.1, 2 фактори – класу 3.2, 3 – класу 3.4. Остаточно умови праці горнового, згідно Гігієнічної класифікації [30], треба віднести до класу 3.4 - умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку тяжких форм професійних захворювань.

Ізмеров і Кирилов [24] пропонують оцінку класу умов праці за індексом професійної захворюваності, який залежить від імовірності і важкості протікання професійної хвороби. Для діапазону значень індексу ризику визначається категорія ризику і клас умов праці (табл. 2.11).

Таблиця 2.11 – Категорія ризику і клас умов праці в залежності від індексу ризику [24].

| Індекс професійного захворювання $I_{пз}$ ($I_{сум}$) | Клас умов праці | Категорія ризику |
|--|----------------------------------|-----------------------------|
| 0 | Оптимальний 1 | Ризик відсутній. |
| < 0,07 | Допустимий 2 | Зневажливо малий ризик. |
| 0,07...0,11 | Шкідливий 3.1 | Помірний ризик. . |
| 0,12...0,24 | Шкідливий 3.2 | Середній ризик. |
| 0,25...0,49 | Шкідливий 3.3 | Високий ризик. |
| 0,5...1 | Шкідливий 3.4 | Дуже високий ризик. . |
| > 1 | Небезпечний 4 (екстремальний) | Надвисокий ризик для життя. |

Оцінимо умови праці горнового за цією методикою. Для такої оцінки треба знати такі показники, як коефіцієнти ризику і коефіцієнти важкості (табл. 2.12, 2.13) [32].

Беремо до уваги фактори виробничого середовища і трудового процесу що належать до класу 3.4. Аналіз табл. 1.1, 2.7, 2.10 та статистичних даних [25, 28, 32] дозволяє визначити коефіцієнти важкості, ризику та індекс ризику для цих факторів. Зводимо результати у табл. 2.14.

Сумарний індекс ризику, що враховує всі можливі профзахворювання :

$$I_c = 0,5 + 0,2 = 0,7$$

Таблиця 2.12 - Коефіцієнти (категорії) важкості профзахворювань

| | |
|----------------|---|
| К _в | Визначення категорії тяжкості на основі медичного прогнозу захворювання і типу непрацездатності |
| 1 | Непрацездатність, прогресуюча навіть у відсутності подальшої експозиції і що обумовлює зміну професії |
| 2 | Постійна непрацездатність або необхідність зміни професії |
| 3 | Постійна помірна непрацездатність |
| 4 | Важка тимчасова непрацездатність або лікарняний лист понад 3 тижнів |
| 5 | Помірна тимчасова непрацездатність або лікарняний лист менше 3 тижнів |

Таблиця 2.13 – Коефіцієнти (категорії) ризику профзахворювань

| К _р | Ризик, % | |
|----------------|----------------------------------|--|
| | Виявлені випадки профзахворювань | Виявлені випадки ранніх ознак профзахворювання |
| 1 | Більше 10 | Більше 30 |
| 2 | 1 - 10 | 3 - 30 |
| 3 | Менше 1 | Менше 3 |

Таблиця 2.14 – Індексу ризику відповідно до факторів виробничого середовища і трудового процесу

| Фактори виробничого середовища і трудового процесу | К _в | К _р | I |
|--|----------------|----------------|-----|
| 1. Пил фіброгенної дії | 1 | 2 | 0,5 |
| 2. Висока температура повітря | 5 | 1 | 0,2 |
| 3. Інфрачервоне випромінювання | | | |

Згідно з [29] такий індекс відповідає класу умов праці 3.4, тобто підтверджує дані табл. 2.10. Також це значення корелюється з дослідженнями Суржикова, котрий дає індекс ризику для металургійних цехів у діапазоні 0,426-0,718 [38].

3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Безпека технологічних процесів і обладнання

3.1.1 Захист від механічного травмування та опіків

Згідно табл. 2.2 найбільше нещасних випадків трапляється з організаційних причин. З них можна виділити порушення правил будови і експлуатації устаткування доменного виробництва. З технічних причин найбільшу частку складає невідповідність вимогам або відсутність спецодягу і ЗІЗ. Що стосується видів подій, що спричинили травми, то на першому місці – падіння, що складають більше 30% (табл. 2.5), також вагома частка припадає на дію рухомих і таких, що обертаються, деталей обладнання, машин і механізмів.

На ливарному дворі падіння з висоти менш імовірні, ніж на інших ділянках. Падіння при пересуванні має велику імовірність, але воно не так небезпечно, як травмування внаслідок впливу рухомого обладнання.

Найбільш небезпечними серед обладнання ливарного двору є машини для розкриття і забивання льотки.

Машини для розкриття чавунної льотки - це свердлильні машини, що видаляють вогнетривку масу з каналу льотки обертовим буром (свердлом). Машина повинна забезпечувати повільну подачу і швидкий вивід бура з льотки (зі швидкістю до 43 м/хв) з прямолінійним рухом бура; регулювання кута нахилу бура в межах 8-18°; відведення машини від льотки в період випуску; дистанційне управління. Змінний бур свердлильних машин має діаметр 70-80 мм. Застосовують суцільні і пустотілі бури; по внутрішньому

каналу останніх продувають повітря або азот для охолодження ріжучої кромки бура і видування зруйнованої льоточної маси [33].

Застосовують кілька конструкцій свердлильних машин: підвісні, які закріплюються на металокопункціях печі, і машини, що закріплюються на робочому майданчику ливарного двору. Перевага їх у тому, що вони не створюють додаткових навантажень на кожух і металокопункцію печі; такі машини рекомендуються для нових печей [33].

Максимальна глибина буріння у різних машин становить 2,2-3,5 м, частота обертання бура 240-530 хв⁻¹. При використанні безводних льоточних мас необхідні більш потужні машини, ніж раніше застосовувалися; рекомендовані параметри роботи таких машин: швидкість подачі бура 4-4,5 /хв, частота його обертання 500 хв⁻¹, максимальне зусилля подачі бура 16-19 кН. Для печей об'ємом 3200-5000м³, що мають кільцеву площадку для обслуговування фурм розроблено малогабаритні машини висотою 2,2 м, що уміщаються під цим майданчиком [33]. Така машина пропонується у кваліфікаційній роботі (рис. 3.1).

Несучої основою машини є поворотний пристрій, що включає закріплену на робочому майданчику ливарного двору плиту 1 з вертикальною стійкою, навколо якої за допомогою приводу, розміщеного в кожусі 21, обертається поворотна колона 19. До копункції 20 поворотної колони прикріплена консоль 10, на кінці якої змонтована поворотна опора 11 з жорстко закріпленою на ній стрілою 15, до якої підвішена напрямна рама 3 з механізмами пересування і обертання бура 2. У середині консолі 10 розміщений привід 18, що забезпечує поворот опори 11 і стріли з рамою і буром щодо консолі на 62°. Змінний бур 2 закріплений в патроні 4 механізму обертання 5, змонтованого на візку 6, який за допомогою приводу 8 і ланцюгів, перекинутих через зірочки 7, пересувається по направляючій рами 3. Остання підвішена до стріли 15 в двох точках: в задній частині шарнірно на осі 12 і в передній частині на осі, що вставляється в одне з трьох отворів

17 в кронштейнах 13; ці отвори розташовані на різній висоті, що дозволяє встановлювати бур з нахилом в 6,9 і 12 °[33].

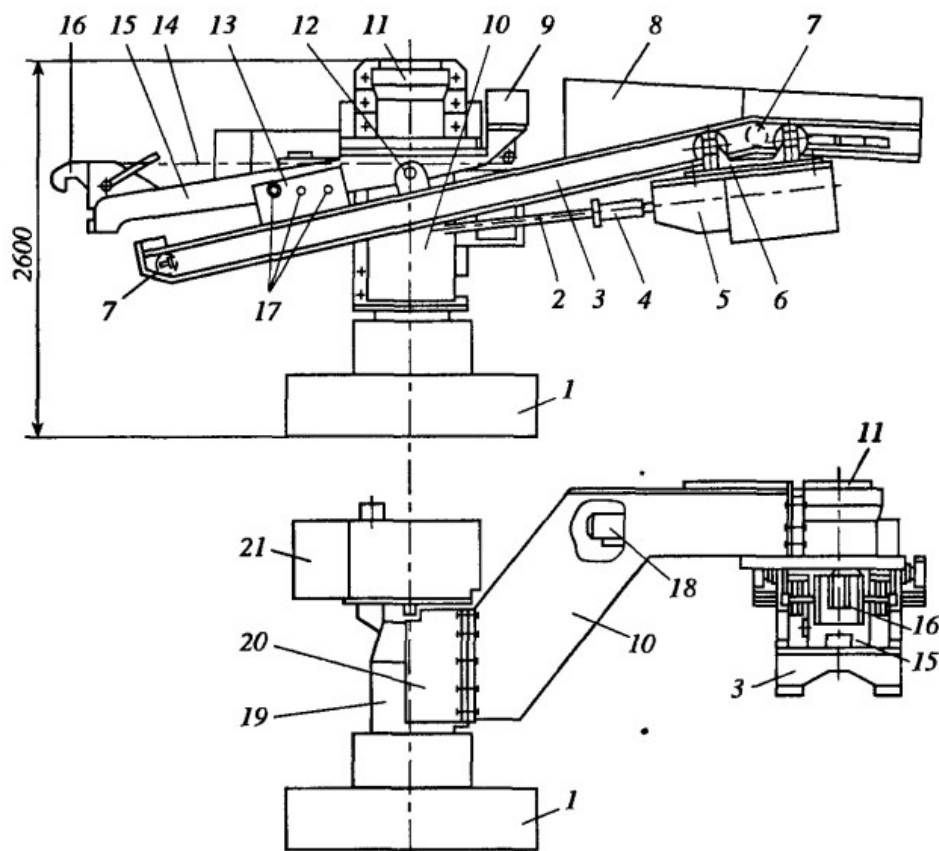


Рисунок 3.1 – Стационарна поворотна машина для розкриття льотки Діпрomezу [33].

Для розкриття льотки включають привід, який розгортає стрілу 15 в положення перпендикулярне консолі 10. Далі включають привід 21 поворотного пристрою; при підході гака 16 до скоби печі за допомогою приводу 9 і каната 14 опускають гак в скобу, закріплюючи машину у печі, після чого відключають привід поворотного пристрою і включають привід 8 подачі бура до річки і потім включають привід обертання 5 бура.

Загальна висота машини дорівнює 2,6 м, висота над рівнем льотки 2,1 м; частота обертання бура 530 хв^{-1} ; зусилля бура 19 кН [33].

Завдяки високому ступеню механізації, застосування такої машини знижує до мінімуму ризик травмування.

Машини (електрогармати) для забивання або закривання чавунної льотки на вітчизняних заводах мають загальну принципову конструкцію і наступні основні механізми: виштовхування льоточної маси з циліндра за допомогою поршня; притиску гармати; повороту; фіксації поворотної частини; дистанційного керування. Гармату встановлюють і закріплюють на робочому майданчику ливарного двору у чавунної льотки.

Нові електрогармати відрізняються від колишніх меншими габаритами, і в першу чергу висотою; збільшенням тиску поршня на льоточну масу; фіксацією поворотної частини без зачеплення за кожух печі, що дозволяє розвантажити кожух від додаткових неврахованих навантажень. Більший тиск поршня необхідний через малу рухливість безводних льоточних мас [33].

Висота машини повинна дозволяти розмістити її під кільцевим майданчиком для обслуговування фурм, тобто вони повинні бути малогабаритними.

Обираємо машину МЗЧЛ2-0,25/150 (рис. 3.2).

До робочого майданчику ливарного двору кріпиться основа гармати - опорна плита 3 з встановленою на ній нерухомою колоною 15, на якій за допомогою підшипників кочення закріплена поворотна консоль 19. Консоль обертають навколо колони 15 за допомогою приводу 13. На кінці консолі змонтована власне гармата: робочий циліндр 9 для льоточної маси, до одного кінця якого прикріплений перехідний патрубок 2 з носком 1 для виходу маси, а до іншого - проміжний циліндр 4 з поршнем, з'єднаним з приводом 5 виштовхування льоточної маси; привід включає електродвигун, редуктор і гвинтову передачу і забезпечений покажчиком 6 положення поршня. Клин 10 служить для фіксації перехідного патрубку 2 на циліндрі, клин 11 - для фіксації носка на патрубку. Механізм притиску гармати до льотки включає електродвигун 16, редуктор 17 і важелі, що коливаються 8. Механізм фіксації поворотної консолі і гармати має ролик 14, який зчіплюється з гаком 18

консолі; розчіплювання здійснюється електромагнітом, а в аварійних випадках важелем 12 вручну [33].

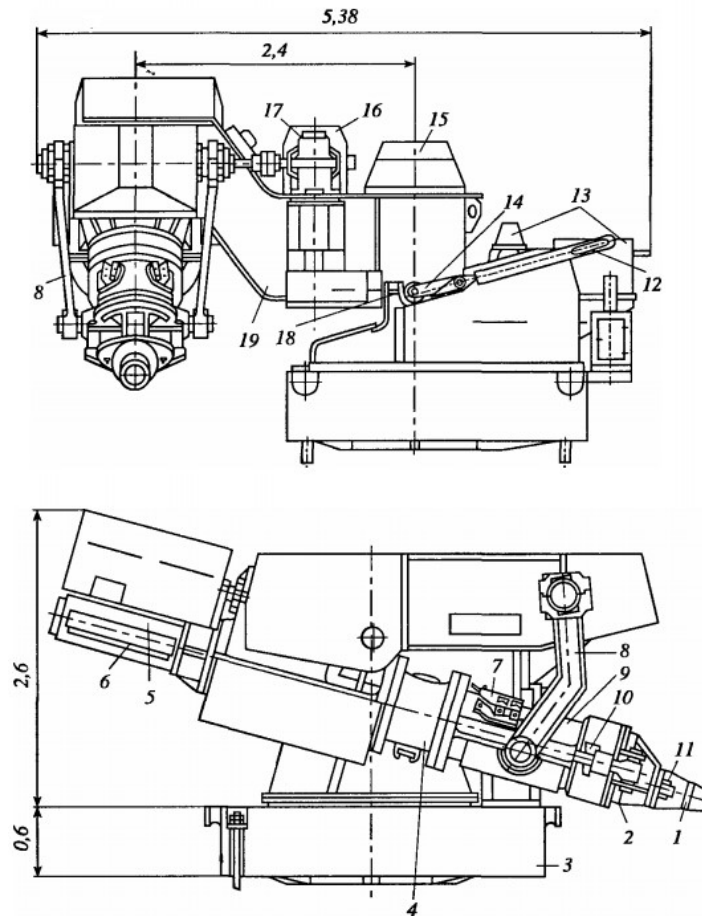


Рисунок 3.2 – Машина для забивання льоточної маси МЗЧЛ2-0,25/150 [33].

Перед початком роботи гармату заряджають: відводять в сторону перехідник 2 з носком 1, після чого заповнюють льоточною масою відкритий циліндр і порожнину перехідника і носка. Потім перехідник встановлюють на місце і закріплюють клином 10, включають поршень, ущільнюючи льоточну масу, і після появи маси на виході з носка поршень відводять у вихідне положення. Місце, що звільнилося в циліндрі заповнюють масою через люки 7. Включають механізм повороту і гармату встановлюють над головним жолобом, де вона утримується механізмом фіксації [33].

Далі механізмом притиску підводять носок до льотки і притискають його до футляру, після чого з циліндра в канал льотки виштовхують масу. По закінченню заповнення каналу і затвердіння в ньому маси, механізм притиску повертає робочий циліндр у вихідне положення, механізм фіксації звільняє поворотну частину і за допомогою механізму повороту вона відводиться в сторону від жолоба [33]. Ця машина дозволяє механізувати всі операції закриття льотки, надійна і травмобезпечна. Технічні характеристики надані у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики машини для закриття льотки МЗЧЛ2-0,25/150 [33].

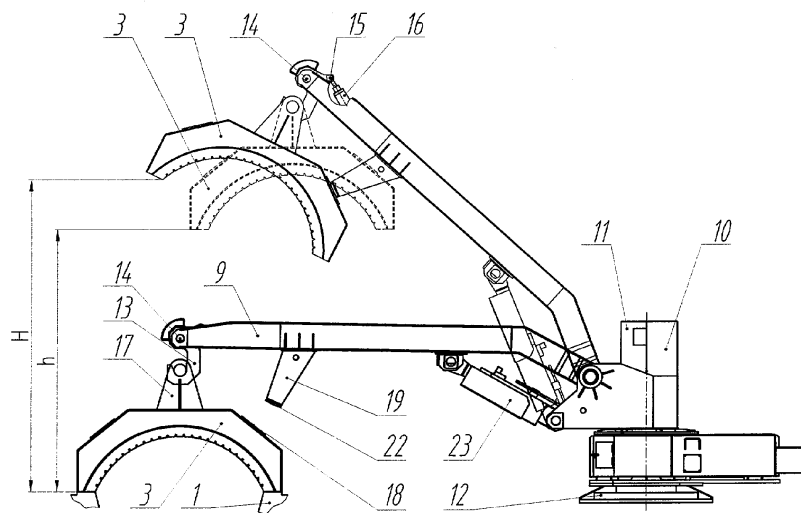
| Параметр | Значення |
|---|----------|
| Висота машини, мм | 2100 |
| Довжина машини, мм | 5650 |
| Об'єм робочого циліндра, м ³ | 0,25 |
| Діаметр робочого циліндра, мм | 500 |
| Тиск поршня, МПа | 15 |

Крім запровадження сучасних машин для розкриття і забивання льотки, згідно [17] з метою запобігання травматизму необхідно передбачити :

- наявність чіткої системи проходів з виділенням зон для пішохідного руху із зазначеною розміткою, покажчиками та освітленням, з облаштуванням перехідних галерей і містків над небезпечними ділянками, додержання потрібних відстаней між стінами будівель, устаткуванням і рухомим транспортом;
- наявність попереджувальних знаків, сигналів і плакатів у особливо небезпечних місцях і на ділянках, безпосередньо біля агрегатів та у місцях перебування працівників, чітко виконаних схем розміщення та технологічного зв'язку агрегатів і трубопроводів горючих газів, мазуту, кисню, повітря, пари, води тощо;

- наявність запірних пристроїв трубопроводів;
- утримання у справному стані агрегатів, устаткування, машин та механізмів, інструментів і пристроїв, що експлуатуються.

Для запобігання опікам розплавленими чавуном і шлаком, а також тепловим ударам пропонується застосовувати тільки жолоби, що закриті футерованою кришкою. Для установки і зняття кришки (що є травмонебезпечною операцією) пропонується маніпулятор підйому кришки (рис.3.3) [34].



1 – жолоб; 3 – кришка; 9 – стріла маніпулятора; 10 – поворотний механізм; 11 – стійка; 12 – основа; 13 – гак; 14 – вісь; 15 – важіль; 16 – гідроциліндр; 17 – провущина; 18 – опора; 19 – упор; 22 – змінна накладка; 23 – механізм підйому стріли

h – висота підйому кришки без повороту; H - висота підйому кришки з поворотом

Рисунок 3.3 – Маніпулятор підйому кришки жолобу [34].

Майданчики, розташовані на висоті більше 0,6 м від поверхні підлоги, перехідні містки, сходи, отвори, люки, канави, прямки повинні бути огорожені поручнями з суцільною обшивкою знизу [17].

У місцях масового переходу працівників через залізничні колії повинні бути влаштовані перехідні містки або тунелі.

Інші переходи повинні бути обладнані настилом, що укладений на одному рівні з головками рейок, і огорожені відповідними сигналами.

В усіх відділеннях доменного цеху повинні бути вивішені схеми пішохідного руху по території підприємства і цеху. Перехід працівників через залізничні колії у невстановлених місцях не дозволяється.

3.1.2 Розрахунок рівню безпеки доменного процесу

Рівень безпеки виробничого процесу можна оцінити за його показником [35]:

$$U_n = 1 - \frac{\Sigma t' + \Sigma \tau' + \Sigma \varphi'}{T}, \quad (3.1)$$

де $\Sigma t'$ - загальна тривалість часу, коли процес протікає з порушеннями параметрів безпеки, відповідно в зоні високої або низької інтенсивності процесу, год.;

$\Sigma \tau'$ - загальна тривалість часу екстремальних відхилень процесу, год.;

$\Sigma \varphi'$ - загальна тривалість часу, коли процес протікав з порушеннями параметрів безпеки під впливом зовнішніх чинників або поломки агрегату або його окремих елементів, ч;

T' - час роботи агрегату, год.

Розрахуємо рівень безпеки доменного процесу протягом місяця. Тоді час роботи $T'=720$ год.

Загальні порушення і екстремальні відхилення параметрів безпеки доменного процесу і їх тривалість в годинах:

1. Порушення параметрів t' :

холодний хід печі із-за збільшення рудного навантаження - 26

| | |
|---|------------------|
| підвисання і обриви шихти | - 15 |
| захаращення горна шихтовими матеріалами | - 10 |
| Всього | $\Sigma t' = 51$ |

2. Екстремальні відхилення параметрів τ' :

відсутні

Всього $\Sigma \tau' = 0$

3. Порушення параметрів під впливом зовнішніх чинників або унаслідок поломки агрегату, його частин φ' :

Вихід з ладу холодильнику системи випарного охолодження кожуху печі - 24

Всього $\Sigma \varphi' = 24$

З формули (3.1) маємо:

$$U_n = 1 - \frac{51 + 24}{720}$$

$$U_n = 0,896$$

Показник безпеки показує, що більше 10% часу процес йде з тими або іншими відхиленнями, тобто рівень безпеки доменного процесу невисокий. Для його підвищення потрібне вживання заходів безпеки: посилення контролю якості шихти, стану випарного охолодження.

3.2 Гігієна праці і виробнича санітарія

3.2.1 Захист від інфрачервоного випромінювання і дії високої температури

Одним із ефективних засобів захисту працівників від інфрачервоного випромінювання є екранування – розташування між робітником і джерелом випромінювання захисного екрана.

Розрізняють тепловідбивні, теплопоглинальні і тепловідвідні екрани. За конструктивним виконанням екрани поділяються на три класи : непрозорі, напівпрозорі і прозорі.

Непрозорі екрани виконуються у вигляді каркаса з закріпленням на ньому теплопоглинальним матеріалом або нанесеним на нього тепловідбивним покриттям. Як тепловідбивні матеріали використовують алюмінієву фольгу, алюміній листовий, білу жерсть; в якості покриттів - алюмінієву фарбу. Для непрозорих поглинаючих екранів використовується теплоізоляційна цегла, азбестові щити.

Непрозорі тепловідвідні екрани виготовляються у вигляді порожніх сталевих плит з циркулюючої по них водою або водоповітряною сумішшю, що забезпечує температуру на зовнішній поверхні екрану не більше 45 ° С.

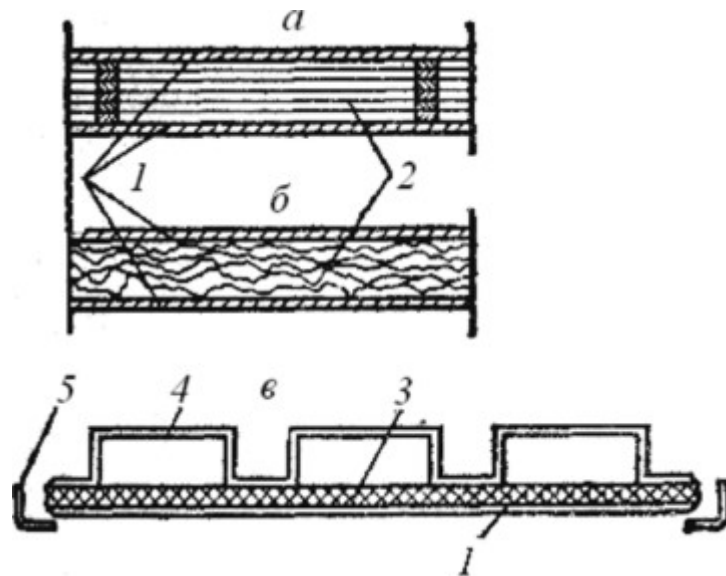
Напівпрозорі екрани застосовуються у випадках, коли екран не повинен перешкоджати спостереженню за технологічним процесом і введенням через нього інструменту і матеріалу.

Як напівпрозорі теплопоглинальні екрани використовують металеві сітки з розміром вічка 3 ... 3,5 мм, завіси у вигляді підвішених ланцюгів. Для екранування кабін і пультів управління, в які повинно проникати світло використовують скло, армоване сталеві сіткою. Напівпрозорі тепловідвідні екрани виконують у вигляді металевих сіток, зрошуваних водою [36].

Прозорі екрани виготовляють з безбарвних або забарвлених стекол - силікатних, кварцових, органічних. Зазвичай такими стеклами екранують вікна кабін і пультів управління. Тепловідвідні прозорі екрани виконують у вигляді подвійного скла з вентиляльованим повітряним прошарком, водяних і вододисперсних завіс [36].

Для захисту робітників, що мають знаходитися біля джерел теплового випромінювання (льоток, жолобів тощо) пропонується застосування пересувних тепловідбивних екранів (рис.3.4).

Розрахуємо переносний теплозахисний екран відбиття. Між двома листами полірованого алюмінію розміщуємо декілька листів алюмінієвої фольги (альфолію). Треба знайти кількість шарів альфолію, що забезпечать захист від теплового випромінювання. Вихідні дані надано у табл. 3.2. За температуру нагрітої поверхні приймаємо температуру рідкого чавуну.



а - екран з альфолію, укладеного рядами в повітряних прошарках; б - екран зі зім'ятого альфолію в повітряних прошарках; в – комбінований екран
1 - металевий лист; 2 - шар альфолію; 3 - шар з теплоізоляційного матеріалу; 4 - профільований алюмінієвий лист; 5 - рамка

Рисунок 3.4 - Конструктивні схеми екранів відбиття

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку тепловідбивного екрану

| Параметр | Позначення | Одиниця виміру | Величина |
|--|----------------|----------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Температура джерела випромінювання | $T_{дж}$ | К | 1770 |
| Температура екрана | T_e | К | 318 |
| Температура повітря | $T_{п}$ | К | 300 |
| Ступінь чорноти полірованого алюмінію й альфолію | ϵ_a | - | 0,04 |
| Ступінь чорноти чавуну | $\epsilon_{ч}$ | - | 0,8 |

Закінчення таблиці 3.2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------------|--------------------------|----|-------|
| Ступінь чорноти повітря | $\varepsilon_{\text{п}}$ | - | 0,82 |
| Прошарок між листами альфолю | δ | мм | 3 |
| Товщина листа полірованого алюмінію | $b_{\text{п}}$ | мм | 1 |
| Товщина листа альфолю | $b_{\text{а}}$ | - | 0,03 |
| Розмір екрану | $A \times B$ | м | 1,8×1 |
| Відстань від джерела | R | м | 5 |

1. Приведений ступінь чорноти системи джерело – екран визначиться за формулою [36]:

$$\varepsilon_{\text{де}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{\text{дж}}} + \frac{1}{\varepsilon_{\text{е}}}}$$

$$\varepsilon_{\text{де}} = \frac{1}{\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,04}} = 0,038$$

2. Приведений ступінь чорноти джерела та повітря :

$$\varepsilon_{\text{дп}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{\text{дж}}} + \frac{1}{\varepsilon_{\text{п}}}}$$

$$\varepsilon_{\text{дп}} = \frac{1}{\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,82}} = 0,75$$

3. Площа екрана, м²:

$$S = AB$$

$$S = 1,8 \cdot 1 = 1,8$$

4. Площа напівкулі, у яку випромінюється теплова енергія, м²:

$$S_e = 2\pi R^2$$

$$S_e = 2 \cdot 3,14 \cdot 5^2 = 157$$

5. Визначимо кутовий коефіцієнт, тобто частку теплової променевої енергії, що падає на екран. Точний розрахунок дуже складний, приблизно цей коефіцієнт дорівнює відношенню площі екрана до площі напівкулі у яку випромінюється енергія.

$$\varphi = \frac{S}{S_e}$$

$$\varphi = \frac{1,8}{157} = 0,011$$

6. Кількість тепловідбивних шарів

$$n = \varphi \frac{1 - \left(\frac{T_{\text{п}}}{T_{\text{дж}}}\right)^4 \varepsilon_{\text{ке}}}{\left(\frac{T_{\text{е}}}{T_{\text{дж}}}\right)^4 - \left(\frac{T_{\text{п}}}{T_{\text{дж}}}\right)^4 \varepsilon_{\text{кп}}}$$

$$n = 0,011 \frac{1 - \left(\frac{300}{1770}\right)^4 \cdot 0,038}{\left(\frac{318}{1770}\right)^4 - \left(\frac{300}{1770}\right)^4 \cdot 0,75} = 50,7$$

Приймаємо кількість тепловідбивних шарів $n = 51$, тобто між двома листами полірованого алюмінію встановлюємо 49 листів альфолю.

7. Товщина екрану, мм :

$$\Delta = 2b_{\text{п}} + (n - 2)b_{\text{а}} + (n - 1)\delta$$

$$\Delta = 2 \cdot 1 + 49 \cdot 0,03 + 50 \cdot 3 = 153,5$$

8. Приймаємо, що бокові листи екрану виготовлені з алюмінію товщиною, мм :

$$b_6 = 1,5$$

9. Ширина бокових листів, мм :

$$C = 155$$

10. Густина алюмінію, кг/м³ [37] :

$$\rho = 2700$$

11. Маса екрану, кг :

$$m = \rho [AB[2b_{\pi} + (n - 2)b_a] + ACb_6]$$

$$m = 2700 \cdot [1,8 \cdot 1(2 \cdot 0,001 + 49 \cdot 0,00003) + 1,8 \cdot 0,155 \cdot 0,0015] = 18$$

Такий екран доцільно обладнати коліщатками для полегшення пересування.

Ефективний спосіб зниження температури робочої зони - загальна вентиляція, яка в доменному цеху здійснюється за допомогою аерації.

Значення допустимої температури повітря робочій зоні для ливарного двору приведені в таблиці. 1.1.

Визначимо необхідний повітрообмін для аерації в теплий період року на ливарному дворі.

Вихідні дані

| | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Внутрішній об'єм приміщення | $V_{\pi} = 35\ 000\ \text{м}^3$ |
| Тепловиділення від доменної печі | $Q_{\pi} = 1000\ \text{кВт}$ |
| Температура припливного повітря | $t' = 25^{\circ}\text{C}$ |
| Температура повітря робочої зони | |

(приймається за нормами)

$$t_p = 26^\circ\text{C}$$

Висота приміщення

$$H = 22 \text{ м}$$

1. Приймаємо, що потрапляння на ливарний двір тепла від інших джерел (рідкий чавун і шлак під час випуску з печі, трубопроводи гарячого дуття, сонячна радіація) складає 25% від тепловиділення печі. Тоді загальна кількість тепла, що поступає в приміщення, складе, кВт:

$$Q = 1,25Q_{\text{п}} = 1,25 \cdot 1000 = 1250$$

2. Приймаємо градієнт температури по висоті приміщення $k = 1^\circ\text{C}/\text{м}$ [38], тоді температура повітря, що видаляється, $^\circ\text{C}$:

$$t'' = t' + k(H - 2)$$

$$t'' = 26 + 1(22 - 2) = 46$$

3. Масова теплоємність повітря, кДж/кгК [39]:

$$C = 1,0$$

4. Необхідний повітрообмін, кг/с:

$$G = \frac{Q}{C(t'' - t')}$$

$$G = \frac{1250}{1,0(46 - 26)} = 59,5$$

5. Об'ємна витрата припливного повітря, м³/год.:

$$V_{\text{пн}} = \frac{3600G}{\rho}$$

$$V_{\text{пн}} = \frac{3600 \cdot 59,5}{1,18} = 181500$$

де $\rho = 1,18 \text{ кг/м}^3$ - густина припливного повітря [37].

6. Кратність повітрообміну, 1/год.:

$$n = \frac{V_{nn}}{V_n}$$

$$n = \frac{181500}{35000} = 5,19$$

Для здійснення аерації влаштовують 3 ряди отворів в поздовжніх стінах будівлі: на рівні 1,2 м від підлоги, на рівні 4 м і на рівні підкранових балок - 12,2м. На даху встановлюється витяжний аераційний ліхтар. Принципова схема аерації надана на рис. 3.5.

Під час випуску рідких продуктів плавки додатково до аерації включається механічна місцева витяжна вентиляція, влаштована у вигляді піддашша над льотками.

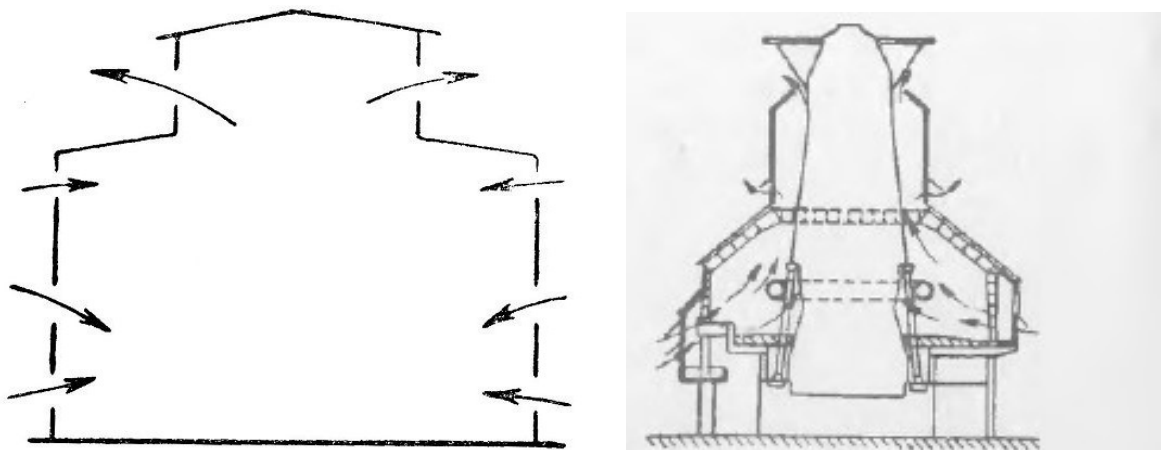


Рисунок 3.5 – Принципові схеми аерації

Ще один захід від теплонадлишків – теплоізоляція печі, ковшів, жолобів, фурм тощо. До сучасних теплоізоляційних матеріалів, що можна застосовувати на доменній печі відносяться, наприклад, силікатно-кальцієві плити, такі, як Silca, «Термоізол», «Суперізол» [44].

Характеристика матеріалів наведена у табл. 3.3. Хімічний склад теплоізоляційних матеріалів «Термоізол», «Суперізол» наданий у табл. 3.4.

Таблиця 3.3. – Технічна характеристика теплоізоляційних матеріалів «Суперізол» і «Термоізол» [44].

| Параметр | Значення | |
|---|-------------|-------------|
| | «Суперізол» | «Термоізол» |
| Робоча температура, °С | 1000 | 1100 |
| Теплопровідність при температурі 200°С, Вт/мК | 0,06 | 0,06 |
| Міцність на стиск, МПа | 2,6 | 2,6 |
| Об'ємна маса, кг/м ³ | 225 | 290 |

Таблиця 3.4. – Хімічний склад теплоізоляційних сілікатно-кальцієвих матеріалів [45].

| Компонент | Вміст, % |
|--------------------------------|----------|
| SiO ₂ | 47 |
| CaO | 44 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,3 |
| Al ₂ O ₃ | 1,0 |

Для того, щоб теплоізоляція повітряних фурм була проведена максимально надійно, слід провести ряд заходів:

- нанести ізоляційні матеріали на дугтєвий канал, внутрішній стакан і рильну частину, це найважливіша міра, яка істотно зменшує відведення тепла через фурму;
- навколо пристрою формується відбиваючий екран, його зазвичай роблять з жаростійкого металу, а його функція полягає в тому, щоб відбивати тепло назад;
- важливо стежити за якістю обробки внутрішнього стакана з тієї сторони, яка спрямована всередину фурми, чим вище якість, тим менше енергії втрачається [44].

3.2.2 Захист від пилу і шкідливих речовин

Для захисту від виділення пилу і шкідливих газів (CO, SO₂, NO_x) у повітря робочої зони ливарного двору пропонуються такі заходи:

- аерація, яка крім видалення тепловидлишків, покращує стан повітря на робочих місцях; розрахунок аерації наведений у п. 3.2.1;
- місцева механічна витяжна вентиляція, що вмикається у період випуску продуктів плавки; влаштована у вигляді піддашшя над льотками;
- жолоби, закриті футерованими кришками, крім зменшення інтенсивності інфрачервоного випромінювання, запобігають виділенню у повітря робочої зони пилу і шкідливих речовин;
- застосування засобів індивідуального захисту.

Перевіримо, чи забезпечує аерація видалення пилу при відкритих жолобах і вимкненій витяжній механічній вентиляції.

При випуску чавуну виділяється $m=0,6$ г/т чавуну пилу [40]. Швидкість випуску чавуну W складає 7 – 10 т/хв. [41]. Приймаємо $W=8$ т/хв.

1. Знаходимо інтенсивність виділення пилу у простір цеху за період випуску плавки, мг/с:

$$M = \frac{1000mW}{60} = 16,7 \text{ тW}$$

$$M = 16,7 \cdot 0,6 \cdot 8 = 80$$

2. ГДК пилу дорівнює 4 мг/м³, концентрацію пилу у зовнішньому повітря приймаємо $C_3 = 2$ мг/м³. Тоді необхідна масова витрата вентиляційного повітря, кг/с:

$$G_{\text{п}} = \frac{M}{\text{ГДК} - C_3}$$

$$G_{\text{п}} = \frac{80}{4-2} = 40$$

Це значення менше, ніж необхідне для видалення теплонадлишків, що було розраховане раніше ($G = 59$, кг/с), $G_{\text{п}} < G$. Аерація дозволяє зменшити концентрацію пилу до нормативної величини.

Перевіримо, чи забезпечує аерація видалення оксиду вуглецю. При випуску чавуну його виділяється $m_{\text{co}}=0,7$ г/т чавуну [40].

1. Знаходимо інтенсивність виділення оксиду у простір цеху за період випуску плавки, мг/с:

$$M = \frac{100}{60} \frac{m_{\text{co}} W}{60} = 16,7 m_{\text{co}} W$$

$$M = 16,7 \cdot 0,7 \cdot 8 = 93,5$$

2. ГДК СО дорівнює 20 мг/м³, концентрацію цього газу у зовнішньому повітрі приймаємо $C_{\text{co}} = 5$ мг/м³. Тоді необхідна масова витрата вентиляційного повітря, кг/с:

$$G_{\text{co}} = \frac{M}{\text{ГДК}_{\text{co}} - C_{\text{co}}}$$

$$G_{\text{co}} = \frac{93,5}{20-5} = 6,2$$

Це значення менше, ніж необхідне для видалення теплонадлишків, що було розраховане раніше ($G = 59$, кг/с), $G_{\text{co}} < G$. Аерація дозволяє зменшити концентрацію оксиду вуглецю до нормативної величини.

3.2.3 Виробниче освітлення

Виробниче освітлення має бути виконане відповідно до вимог правил охорони праці в металургійній промисловості металургії [13], правил улаштування електроустановок металургії [42] і вимог будівельних норм щодо освітлення [43].

Світильники робочого та аварійного освітлення повинні бути розташовані так, щоб забезпечувалися необхідна освітленість, надійність кріплення, безпека і зручність обслуговування їх.

Світильники, які обслуговуються з переносних драбин, повинні підвішуватися на висоті не більше 4,5 м над рівнем підлоги і не повинні розташовуватися над обладнанням та стрічками конвеєрів. У випадку, коли обслуговування світильників з драбин ускладнено, повинні бути влаштовані майданчики.

Нормативні вимоги до освітлення виробничих приміщень наведено у ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення» [43].

Коефіцієнт природної освітленості повинен складати при наявності тільки природного освітлення :

- середній - $D_{\text{сер}}^{\text{н пр}} = 3,0\%$
- мінімальний - $D_{\text{мін}}^{\text{н пр}} = 1,0\%$.

При суміщенні освітленні (природне і штучне) :

- середній - $D_{\text{сер}}^{\text{н сум}} = 1,8\%$
- мінімальний - $D_{\text{мін}}^{\text{н сум}} = 0,6\%$.

Штучна освітленість пультів управління повинна складати не менше 400 лк. Освітленість робочого приміщення (цеху) відноситься до VII розряду та має складати 150 лк.

Раніше для системи загального освітлення доменних та інших гарячих цехів застосовувались лампи розжарювання або ДРЛ. Застосування люмінесцентних ламп виключалося завдяки їх чуттєвістю до високих температур і до різких змін температури.

Лампи розжарювання мають ряд суттєвих недоліків – мала світловіддача, нетривалий термін служби. Лампи ДРЛ (дугові ртутні люмінесцентні) мають ліпші характеристики, але містять ртуть і згідно Мініматської конвенції з 2020 року виводяться з експлуатації країнами Євросоюзу і багатьма іншими. До того ж лампи ДРЛ дуже чутливі до

коливання напруги. Тому зараз все ширше використовують альтернативні джерела світла – світлодіодні лампи і світильники

У табл. 3.5 наведена порівняльна характеристика різних джерел світла, що можуть застосовуватися у доменних цехах.

Найбільші світловіддачу і термін служби мають світлодіодні джерела світла. Їх відносно висока вартість компенсується економією за рахунок цих показників.

Для освітлення ливарного двору та інших виробничих приміщень цеху пропонується вибухозахищений світлодіодний світильник СГУ01 (ВСП4) у виконанні ТЕРМО (рис. 3.6). Технічна характеристика світильника надана у табл. 3.6.

Таблиця 3.5 – Основні показники ламп різного типу

| Тип джерела світла | Світловіддача, лм/Вт | Термін служби, тис. год. | Робоча температура, °С |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|
| Лампи розжарювання | 10...18 | 1...2 | -40...+50 |
| ДРЛ | 47...59 | 12 | -40...+80 |
| ДРІ (металогалогенні) | 70...95 | 8...10 | -40...+50 |
| Світлодіодні | 100...160 | 50...60 | -50...+50 |



Рисунок 3.6 - Вибухозахищений світлодіодний світильник СГУ01 (ВСП4) у виконанні ТЕРМО

Таблиця 3.6 – Технічна характеристика світильника СГУ01 (ВСП4)
ТЕРМО

| Характеристика | Одиниця виміру | Величина |
|---|----------------|-------------------------------|
| Споживана потужність | Вт | 160 |
| Світловий потік | лм | 24800 |
| Світловіддача | лм/Вт | 155 |
| Робоча температура навколишнього середовища | °С | -60...+100 |
| Коефіцієнт пульсації | % | 0,5 |
| Діапазон входної напруги | В | 165...230 |
| Термін служби | год. | 100 000 |
| Клас захисту від ураження струмом | - | I |
| Кольорова температура | К | 5700 |
| Матеріал корпусу | - | Корозійно стійкий сплав Al-Si |

3.3 Електробезпека

3.3.1 Характеристика електрообладнання ливарного двору

Доменний цех є крупним споживачем електроенергії і має розвинене електрогосподарство. Застосовуються електроприймачі на напругу 380/220 В і на 6000 В. У тому числі велика кількість електроенергії йде на привід агрегатів ливарного двору і піддоменнику: машин для розкриття і забивання льотки, маніпулятору підйому кришки жолобу, електродвигунів різних вентиляторів, системи освітлення.

ПУЕ [42] визначає ливарний двір і піддоменник як приміщення сухі, жаркі, запиленні. Відносна вологість повітря тут не перевищує 50%, температура повітря в літній період до 40°С. При випуску і розливанні

чавуну і шлаку виділяється пил, що складається із струмопровідних (графіт) і неструмопровідних (оксиди заліза, марганцю, хрому, кремнію) компонентів. Тому ці приміщення належать до особливо небезпечних.

Приміщення пультів управління доменною піччю є приміщеннями без підвищеної небезпеки ураженням струмом (за наявності в них кондиціонування або вентиляції).

Згідно ПУЕ зони, розташовані в ливарному дворі і піддоменнику не відносяться до вибухо- і пожежонебезпечних [42].

До зони класу П-Іа відносяться кабельні галереї, приміщення пультів управління (зони, розташовані в приміщеннях, в яких звертаються тверді горючі речовини - пластмаси, дерево, гума) [42].

Клас пожежонебезпечної зони диктує виконання електроустаткування. У зонах класу П-Іа електроустаткування допускається застосовувати в закритому і захищеному виконання. Захищене електроустаткування має пристосування для оберігання від випадкового дотику до струмоведучих і рухомих частин і від попадання всередину сторонніх предметів. Закрите електроустаткування має оболонку, що відділяє їх внутрішню порожнину від зовнішнього середовища. Зв'язок між внутрішньою порожниною і зовнішнім середовищем можливий лише через нещільність з'єднань між частинами електроустаткування. У зонах класу П-Іа допускається міра захисту оболонок не менше IP44 [42].

У ливарному дворі і піддоменнику електроустаткування пропонується у закритому виконанні.

У пожежонебезпечних зонах допускається відкрита електропроводка по конструкціях, що не згорають, ізольованими дротами марок АППР, АПВ, АППВ, проводка в сталевих трубах дротом марок ПРТО, АПРТО, в пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають, дротами АПВ і ПВ. Вживання неізольованих дротів заборонене.

Для живлення стаціонарних установок (силових і освітлювальних) використовують броньовані кабелі з алюмінієвою або свинцевою оболонкою.

Силові кабелі прокладають в металевих трубах під землею в спеціально влаштованих кабельних каналах, колекторах, тунелях. У виробничих приміщеннях кабелі прокладають відкрито по стінах, перекриттях, металоконструкціях.

Кабелі, прокладені на внутрішніх стінах робочого майданчика доменної печі, захищаються від прямої дії розплавленого металу і газів [13].

Для живлення виробничого устаткування в доменному цеху пропонуємо п'ятипровідну мережу трифазного струму з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Мережа має три фазні проводи і два нульових - робочий і захисний. При напрузі вище 6000 В застосовується трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю.

Для штучного використовуємо напругу 220 В. Освітлювальні прилади включаються між фазним і нульовим робочим проводом мережі трифазного струму.

3.3.2 Міри захисту від ураження струмом

Для захисту від електричного удару і місцевих електротравм пропонуються такі заходи.

1. Електроізоляція струмоведучих частин

Опір ізоляції на ділянці повинен бути не менше 500 кОм для мережі 380/220 В [42]. В умовах дії високої температури, інфрачервоного випромінювання, бризок розплавлених матеріалів пропонуємо термостійкий кембрик зі скловолокна з термообробкою. Максимальна робоча температура 400°C, діелектрична міцність 1200 В, механічна міцність 7 кН [46].

2. Недоступне розташування струмоведучих частин

Відкриті струмоведучі частини, а також ізольовані проводи з напругою 6 кВ розташовані на висоті не менше 3,5 м.

3. Малі напруги

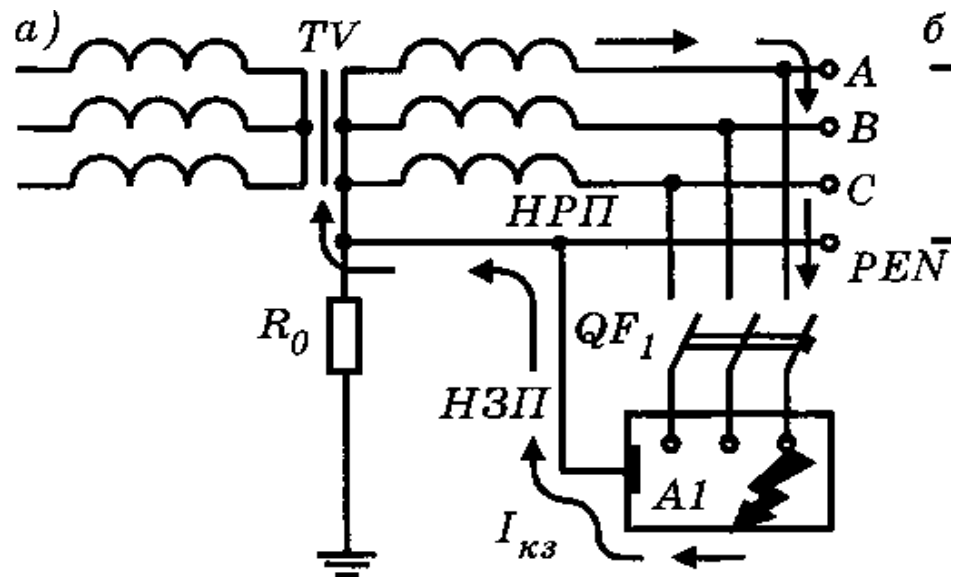
Для місцевого і переносного освітлення і при роботі з електроінструментом 3 класу застосовуємо напругу 12 В.

4. *Захисне занулення* у мережі 380/220 В.
5. *Захисне заземлення* у мережі 6000 В.
6. *Захисне відключення*
7. *Електрозахисні засоби*

Застосовують діелектричні рукавички, взуття, килимки, підставки, вимірювачі напруги, ізолюючі штанги тощо.

3.3.3 Розрахунок захисного занулення

Розрахунок захисного занулення має на меті визначити умови, при яких воно надійно виконує покладені на нього задачі, - швидко відключає пошкоджену установку від мережі і в той же час забезпечує безпеку дотику людини до зануленого корпусу в аварійний період (рис. 3.7).



А, В, С – фазні провідники; НРП – нульовий робочий провідник; НЗП – нульовий захисний провідник; PEN - об'єднаний нульовий провідник; R_0 – опір заземлення нейтралі; TV- трансформатор; QF_1 – контакти; А1 - електроспоживач

Рисунок 3.7 – Схема захисного занулення

Зробимо розрахунок захисного занулення електродвигуна насоса системи випарного охолодження доменної печі.

Вихідні дані

- фазні і нульовий захисний провідники - алюмінієві діаметром $d = 10$ мм;
- довжина провідників $l = 120$ м;
- лінія 380/220 В живиться від трансформатора потужністю 1000 кВА і номінальною напругою обмоток вищої сторони 6 кВ, з схемою з'єднання D/Y_n;
- двигун захищений запобіжником з номінальним струмом спрацьовування $I_n = 1250$ А.

1. Коефіцієнт запасу для сучасних автоматичних вимикачів [47]:

$$k = 1,1$$

2. Найменше допустиме значення струму короткого замикання, А:

$$kI_n = 1,1 \cdot 1500 = 137$$

3. Повний опір трансформатора, Ом [48]

$$Z_T = 0,027.$$

4. Площа перетину проводів, мм²:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$S = \frac{3,14 \cdot 100}{4} = 78,5$$

5. Питомий електричний опір алюмінію, Ом мм²/м [48]:

$$\rho = 0,028$$

6. Активний опір фазного і нульового захисного провідників, Ом

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

$$R = \frac{0,028 \cdot 120}{78,5} = 0,043$$

7. Питомий реактивний опір для алюмінієвих провідників, Ом/км

$$x = 0,0156.$$

8. Реактивні опори провідників, Ом:

$$X_\phi = X_0 = xl$$

$$X_\phi = X_0 = 0,0156 \cdot 0,120 = 0,019$$

9. Оскільки відстань між дротами лінії дуже мала, то значення зовнішнього індуктивного опору петлі фаза-нуль X_n невелике і їм можна нехтувати.

10. Дійсне значення струму однофазного короткого замикання, що проходить по петлі фаза-нуль, А:

$$I_3 = \frac{U_\phi}{\left[\frac{Z_m}{3} + \sqrt{(R_o + R_\phi)^2 + (X_\phi + X_o + X_n)^2} \right]}$$

$$I_3 = \frac{220}{\frac{0,027}{3} + \sqrt{(0,043 + 0,043)^2 + (0,019 + 0,019)^2}} = 2135$$

11. Оскільки $I_3 > kI_n$ здатність системи захисного занулення забезпечена.

Як апарат захисту вибираємо автоматичний повітряний вимикач NM1-1250H з номінальним струмом спрацьовування 1250 А [49], що показаний на рис. 3.8.



Рисунок 3.8 - Автоматичний повітряний вимикач NM1-1250H

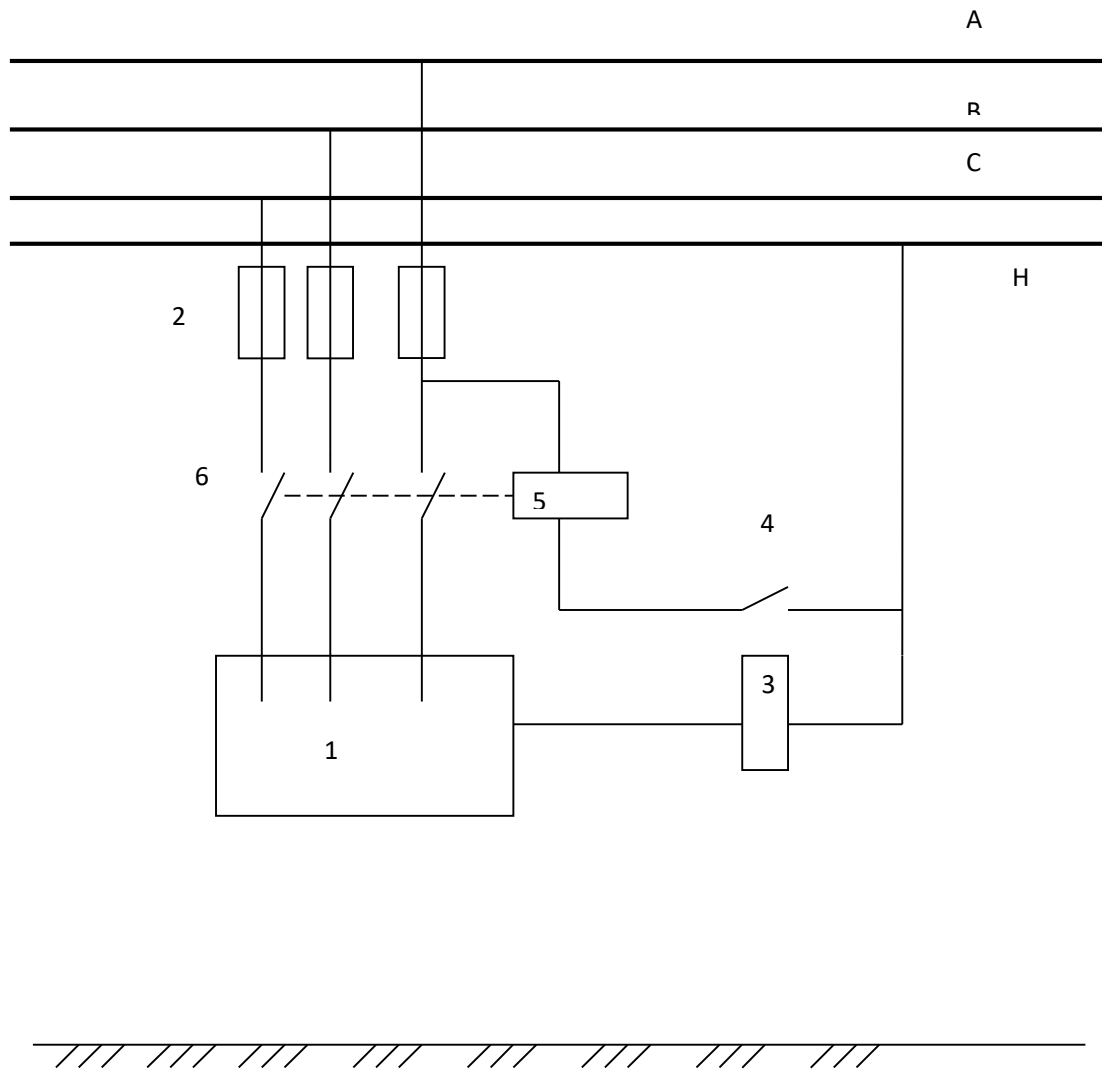
3.3.4 Пристрій захисного відключення, що реагує на струм короткого замикання

До схем пристроїв захисного відключення (ПЗВ) даного типу відносяться такі схеми, вживані в системі занулення, коли струмове реле включається в розтин зануляючих провідників і спрацьовує під дією струму короткого замикання. Такі схеми відрізняються чіткістю спрацьовування.

Принципова схема пристрою, що реагує на струм короткого замикання, приведена на рис. 3.9.

Призначення ПЗВ – усунення небезпеки поразки струмом людей при дотику до зануленого корпусу в період замикання на нього фази.

Принцип дії – швидке відключення пошкодженого устаткування від мережі в разі, якщо струм, що проходить через зануляючий провідник, перевищить деяку межу, при якій напруга дотику має найбільше тривале допустиме значення U_d .



A, B, C – фазні провідники; Н – нульовий захисний провідник;
 1 – електроустановка; 2 – апарати захисту (запобіжники); 3 – реле струму; 4 – контакти реле струму; 5 – відключаюча котушка; 6 – силові контакти

Рисунок 3.9 – Принципова схема ПЗВ, що реагує на струм короткого замикання

Уставкою є струм I_d , що проходить через зануляючий провідник і що визначає приведені умови безпеки:

$$I_{уст} = \frac{U_d}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}},$$

де R_p і X_p – активний та індуктивний опір реле.

Знайдемо необхідний струм уставки, якщо $R_p = X_p = 5$ Ом, $U_d = 12$ В.

$$I_{уст} = \frac{12}{\sqrt{5^2+5^2}} = 1,69 \text{ А}$$

Як реле струму вибираємо реле типа РЭ-571Т [50] зі струмом спрацьовування 1,6 А.

3.4 Пожежна безпека

3.4.1 Пожежна небезпека доменного виробництва

Чорна металургія в цілому і доменне виробництво зокрема не відносяться до небезпечних в пожежному відношенні, оскільки будівельні конструкції, устаткування, сировина, напівфабрикати, готова продукція в основному відносяться до матеріалів, що не згорають. Проте, пожежі в доменних цехах можливі. Основні їх причини : несправність або неправильна експлуатація електроустаткування; попадання рідких продуктів плавки на горючі матеріали; вибухи при попаданні рідкого металу на сирі матеріали і при витоках доменного газу.

У доменному цеху обертаються наступні речовини, небезпечні в пожежному відношенні.

- доменний газ - утворюється в процесі доменної плавки, застосовується в суміші з природним для опалювання повітрянагрівачів; область займання 46...68%, температура самозаймання 500...600°C [51].
- природний газ - застосовується для опалювання повітрянагрівачів, додається в доменне дуття; область займання 5...17%, температура самозаймання 530°C [52].
- кокс - використовується в доменному процесі як паливо і відновник; температура займання 400°C , температура самозаймання 550°C [51].
- мінеральні мастила - застосовуються в системах змащення і гідроприводу різних механізмів; температура спалаху 150...180°C, температура самозаймання 250...400°C [52].

- ацетилен – використовується для зварювання і різання металу; область займання 2,5...81%, температура самозаймання 335°C [51].
- електроізоляція – бавовняна (температура займання 210°C, температура самозаймання 407°C), гумова (температура займання 275°C), пластикова (температура займання 335...390°C, температура самозаймання 400...495°C) [51, 52].
- деревина, з якої виготовлені окремі предмети робочих меблів; температура займання 270...300 °C , самозаймання – 330...470°C [51].

Пожежну небезпеку представляє наявність рідких чавуну і шлаку.

Доменний цех взагалі і у тому числі ливарний двір відноситься до категорії Г – помірно пожежонебезпечна [53].

До пожежонебезпечної категорії В належать кабельні тунелі.

Ступінь вогнестійкості будівлі доменного цеху – Ша. Це будівлі переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса - із сталевих незахищених конструкцій. Конструкції, що захищають, - із сталевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів з важкогорючим утеплювачем [54].

Допускається в будівлі застосовувати гіпсокартонні листи для облицювання металевих конструкцій з метою підвищення їх межі вогнестійкості. Для виділення робочих місць в межах приміщення допускається застосовувати перегородки з ненормованими межами вогнестійкості і межами поширення вогню. Ці перегородки можуть бути заклені або з сіткою при висоті глухої частини не більше 1,2 м, збірно-розбірні і розсувні [54].

3.4.2 Протипожежні заходи

Протипожежні заходи поділяють на організаційні і технічні. До організаційних в доменному цеху належать створення пожежно-технічної

комісії, проведення протипожежного інструктажу, розробка і вивішування у приміщеннях планів евакуації.

До технічних заходів належать дотримання технологічних інструкцій, необхідного ступеню вогнестійкості будівельних конструкцій, обладнання приміщень засобами пожежогасіння, улаштування пожежних кранів тощо.

Для попередження утворення вибухонебезпечних сумішей в міжконусному просторі доменної печі в нього подають азот або інший інертний газ. Подача газу блокується із завантажувальним пристроєм, аби без подачі інертного газу в міжконусний простір механізм завантаження не працював.

У фундаментів доменних печей не можна складати будь-які горючі матеріали. Дахи і навіси ливарних дворів повинні регулярно очищатися від пилу.

Горючі гази в трубопроводах і устаткуванні створюють вибухопожежонебезпечні ділянки в доменному виробництві. Найбільш імовірні місця загоряння газу - нещільність в з'єднаннях, яка пропускає газ; погано провітрювані приміщення, де знаходиться апаратура під тиском; газові тракти з горючим газом, при попаданні в яких повітря (із-за зниження тиску або припинення подачі газу) утворюється вибухонебезпечна суміш. Небезпека вибуху газу зростає при зупинці печі, оскільки при цьому з неї припиняється вихід газу, а газ, що залишився в мережі, охолоджується і зменшуючись в об'ємі, створює розрідження, що викликає приплив повітря. Щоб уникнути вибуху при зупинці печі в газові тракти повинна подаватися пара.

Щоб уникнути пожежі на газопроводах доменного газу забороняється: користуватися факелом для визначення місця витоку, складати поблизу газопроводу горючі матеріали; підпалювати газ, що випускається при продуванні газопроводу.

Ковші для чавуну і шлаковози повинні бути сухими. Щоб уникнути виплеску чавуну і шлаку ковші не заповнюються до верху на визначену відстань.

Електропроводка має бути надійно захищена від попадання на неї розплавленого чавуну і шлаку.

У доменом цеху можливі пожежі класів А, В (рідини), С (горючі гази) і Е (електроустановки під напругою). Найчастіше для боротьби з вогнем при пожежах класу А застосовується вода і піна.

Будівля доменного цеху відноситься до категорії Г і має ступінь вогнестійкості Ша. Для таких будівель зовнішнє пожежогасіння не передбачено [57, 58].

Розрахункова кількість струменів на внутрішнє пожежогасіння - 2, тобто кожна точка приміщення повинна зрошуватися двома струменями - по одному струменю з двох сусідніх стояків. Витрата води на один струмінь - 2,5 л/с [56, 57].

Внутрішнє пожежогасіння здійснюється за допомогою пожежних кранів. Пожежні крани встановлюються в доменному цеху на висоті 1,35 м над підлогою приміщення у виходів, на майданчиках, в проходах. Пожежні крани розміщуються в шафах, що мають отвори для провітрювання і напис ПК. Кожен пожежний кран забезпечується пожежним рукавом завдовжки 20 м і пожежним стволом.

Згідно з правилами [55] ділянку однієї печі пропонується оснастити вогнегасниками : водопінними ВВП-10 – 6 шт., порошковими ВП-5 – 15 шт., вуглекислотними ВВК-8 – 6 шт.

Пожежні крани встановлюємо у кількості 6 шт.

3.4.3 Розрахунок установки парового пожежогасіння

Встановлюємо автоматичну установку пожежогасіння на найбільш небезпечному об'єкті доменного цеху – кабельному тунелі. Визначимо необхідні її параметри.

Вихідні дані

| | |
|---|--------------------------------|
| – Довжина кабельного тунелю | $L=135$ м |
| – Ширина тунелю | $S=2$ м |
| – Висота тунелю | $H=1,8$ м |
| – Концентрація кисню в повітрі, при якій припиняється горіння | $C_k = 14\%$ |
| – Інтенсивність подачі пари | $i = 0,002$ кг/см ³ |
| – Густина пари | $\rho=0,804$ кг/м ³ |
| – Початковий об'ємний вміст кисню в повітрі | $C_H = 21\%$ |

Розрахунок

1. Внутрішній об'єм кабельного тунелю, м³:

$$V = LSH$$

$$V = 135 \cdot 2 \cdot 1,8 = 486$$

2. Загальна витрата пари, кг/с:

$$G = iV$$

$$G = 0,002 \cdot 486 = 0,972$$

3. Об'ємна витрата пари, м³/с:

$$Q = \frac{G}{\rho}$$

$$Q = \frac{0,972}{0,804} = 1,209$$

4. Об'ємна концентрація пари в повітрі, при якій припиняється горіння, %:

$$C_n = 100 \left(1 - \frac{C_K}{C_H} \right)$$

$$C_n = 100 \left(1 - \frac{14}{21} \right) = 33,3$$

5. Зміна концентрації пари в повітрі з часом описується залежністю:

$$C = 100 \left(1 - e^{-\frac{Q\tau}{V}} \right) \quad (3.2)$$

де τ – час, с, C – поточна концентрація пари, об. %.

6. З рівняння (3.2) виражаємо час і прирівнюємо $C=C_n$. Тоді теоретичний час, протягом якого припиниться горіння, с:

$$\tau_T = \frac{V}{Q} \ln \left(\frac{100}{100 - C_n} \right)$$

$$\tau_T = \frac{486}{1,209} \ln \left(\frac{100}{100 - 33,3} \right) = 163$$

7. Враховуючи втрати пари через щілини і нещільності, приймаємо коефіцієнт запасу $k=1,2$. Тоді реальний час, протягом якого припиниться горіння, с:

$$\tau_p = k \tau_T$$

$$\tau_p = 1,2 \cdot 163 = 196$$

8. Горіння припиниться через 3 хвилини 16 секунд. Кількість пари, що витрачена на пожежогасіння, кг:

$$M = G\tau$$

$$M = 0,972 \cdot 196 = 191$$

9. Приймаємо, що насадки розташовані на відстані $a = 10$ м одне від одного. Тоді кількість насадків, через які подається пара:

$$n = 2 \left(\frac{L}{a} - 1 \right)$$

$$n = 2 \left(\frac{135}{10} - 1 \right) = 25$$

10. Витрати пари через один насадок, кг/с:

$$g = \frac{G}{n}$$

$$g = \frac{0,972}{25} = 0,039$$

11. Об'ємні витрати через одне сопло, м³/с:

$$q = \frac{g}{\rho}$$

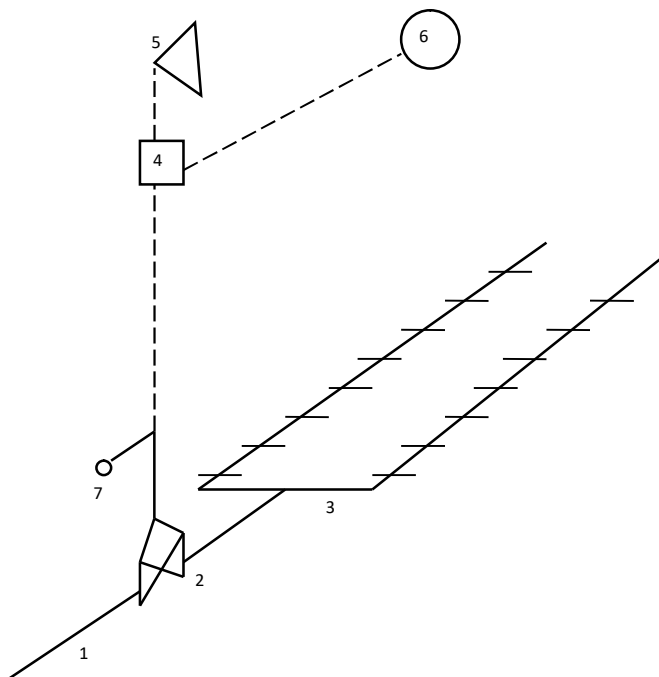
$$q = \frac{0,039}{0,804} = 0,0485$$

12. Діаметр насадка при швидкості пари $v = 20$ м/с, мм:

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4q}{\pi v}}$$

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0485}{3,14 \cdot 20}} = 55,5$$

Схема установки надана на рис. 3.10.



1 – паропровід; 2- вентилі; 3 – перфорований трубопровід; 4 – пристрій електричного управління; 5 – пристрій подачі звукового сигналу; 6 – пожежний датчик; 7 – пристрій ручного включення установки

Рисунок 3.10 – Схема установки парового пожежогасіння

3.5 Техногенна безпека

3.5.1 Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки

Будь-який об'єкт, де використовується, виготовляється, переробляється чи транспортується небезпечна речовина, вважається потенційно небезпечним об'єктом або таким, що може становити загрозу

мешканцям прилеглих територій та навколишньому середовищу. Для того, щоб визначити реальну ступінь небезпеки такого об'єкта проводиться його ідентифікація, за результатами якої потенційно небезпечний об'єкт може бути віднесений до категорії об'єктів підвищеної небезпеки з присвоєнням класу небезпеки I, II, або не віднесений до цих категорій [59]. З цією метою встановлені Нормативи порогових мас для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки [60].

У доменному цеху потенційно небезпечним може вважатися трубопровід доменного газу, що проходить по цеху.

Оцінимо масу доменного газу, що одночасно знаходиться на території цеху. Витрати доменного газу за нормальних умов $Q = 200\ 000\ \text{м}^3/\text{год}$. Густина газу за нормальних умов $\rho_0 = 1,28\ \text{кг/м}^3$.

Робочі умови: тиск $P = 250\ \text{кПа}$, температура $T = 523\ \text{К}$. Густина газу за робочих умов :

$$\rho = \rho_0 \frac{PT_0}{TP_0}$$

$$\rho = 1,28 \frac{250 \cdot 273}{523 \cdot 101,3} = 1,65$$

Діаметр (внутрішній) трубопроводу $D = 2,0\ \text{м}$, довжина у межах об'єкту $L = 300\ \text{м}$. Тоді об'єм газу, що одночасно знаходиться у межах об'єкту, м^3 :

$$V = \frac{\pi D^2}{4} L$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} 300 = 942$$

Маса газу, кг:

$$M = \rho V$$

$$M = 1,65 \cdot 942 = 1554$$

Згідно [60], порогова маса горючих газів для об'єктів 2 категорії становить 50 000 кг, що значно вище за розраховану масу.

Маса паливно-мастильних матеріалів, розташованих на складах цеху також значно менше названого числа. Тому доменний цех не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки з точки зору вибуху або пожежі.

3.5.2 Визначення імовірності аварій

Аварії техногенного характеру поділяються на 2 категорії [59].

До аварій 1 категорії відносяться такі :

- загинуло 5 або травмувалося 10 і більше чоловік;
- відбувся викид отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних речовин за межі санітарно-захисної підприємства;
- збільшення концентрації забруднюючих речовин в навколишньому середовищі більше, ніж у 10 разів;
- зруйновано будинки, споруди чи основні конструкції об'єкта із загрозою життю і здоров'ю значної кількості працівників підприємства чи населення.

До аварій 2 категорії відносяться такі :

- загинуло до 5 або травмувалося від 4 до 10 чоловік;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я працівників цеху, дільниці (враховуються цех, дільниця з чисельністю працюючих 100 чоловік і більше).

Розглянемо деякі аварії, що трапилися на українських підприємствах у доменних цехах.

9 вересня 2009 У доменному цеху ВАТ «Металургійний комбінат «Запоріжсталь» під час плавлення чавуну сталася аварія. Через руйнування льотки з доменної печі №3 витік розплавлений метал з домішкою коксу, виникла пожежа на площі 65 квадратних метрів. На боротьбу з вогнем були направлені 13 відділень Державної пожежної охорони МНС України, котрі за

дві години приборкали стихію. Жертв і постраждалих немає. Тимчасово призупинено технологічний процес цеху, ведуться ремонтно-відновлювальні роботи. [61]

На Дніпровському МК 27.07.2015 р. стався прогар кожуха ДП №1М з викидом на територію поддоменіку продуктів плавки. Ніхто з технологічного персоналу, а також прибулих до місця аварії фахівців газорятувальної станції і співробітників пожежних підрозділів не постраждав. У медпункти доменного цеху і комбінату зі скаргами на погіршення самопочуття ніхто не звертався [62]

Розглянуті аварії не є категорійними. В Україні у 21 столітті у доменних цехах не було зафіксовано аварій 1 і 2 категорій. Тому імовірність категорійних аварій у доменному виробництві можна вважати незначною.

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму

Визначимо коефіцієнти частоти і важкості захворювань і травматизму у мартенівському цеху за рік, використовуючи статистичні дані ПАТ «Запоріжсталь» (середні за останні роки):

- середньооблікова чисельність працюючих, $Ч = 840$ чол.;
- загальна кількість випадків захворювань, $Н_3 = 130$;
- кількість виявлених професійних захворювань, $Н_{зп} = 0$;
- кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях, $ДН_3 = 1190$;
- кількість нещасних випадків, $Н_т = 4$;
- кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами, $ДН_т = 122$.

Коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{чз} = 100 \cdot Н_3 / Ч$$

$$K_{чз} = 100 \cdot 130 / 840 = 15,48$$

Коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{тз} = ДН_3 / Н_3$$

$$K_{тз} = 1190/130 = 9,15$$

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{чт} = 1000N_T/Ч$$

$$K_{чт} = 1000 \cdot 4/840 = 4,76$$

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{тг} = ДН_T/N_T$$

$$K_{тг} = 122/4 = 30,5$$

Оцінимо економічні наслідки захворюваності і травматизму в мартенівському цеху, виходячи з таких умов :

- середнє денне вироблення, СВ = 750 грн.;
- витрати на 1 грн. товарної продукції, З = 0,8 грн.;
- питома вага умовно-постійних витрат в собівартості, УП = 0,2;
- середній розмір оплати одного дня по листках тимчасової непрацездатності, ВН = 320 грн.;
- фонд робочого часу на одного працівника в році, Т_р = 230 дн.;
- середній розмір штрафів за порушення в області охорони праці на одного травмованого працівника, Ш = 10000 грн.

Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях і травмах:

$$ДН = ДН_з + ДН_т$$

$$ДН = 1190 + 122 = 1312$$

Скорочення випуску продукції у зв'язку із захворюваністю і травматизмом:

$$СП = ДН \cdot СВ$$

$$СП = 1312 \cdot 750 = 984\ 000 \text{ грн.}$$

Собівартість цього об'єму продукції:

$$С = СП \cdot З$$

$$С = 984000 \cdot 0,8 = 787\ 200 \text{ грн.}$$

Відносне збільшення собівартості:

$$УС = С \cdot УП$$

$$УС = 787\,200 \cdot 0,2 = 157\,440 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності травмованим складуть:

$$В_T = 5Н_T \cdot ВН$$

$$В_T = 5 \cdot 4 \cdot 320 = 6400 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності хворим:

$$В_3 = ДН_3 \cdot ВН$$

$$В_3 = 1190 \cdot 320 = 380\,800 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності в цілому:

$$В = В_T + В_3$$

$$В = 6400 + 380\,800 = 387\,200 \text{ грн.}$$

Загальний економічний збиток:

$$У = УС + В + Н_ТШ$$

$$У = 157\,440 + 387\,200 + 4 \cdot 10\,000 = 584\,640 \text{ грн.}$$

4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці на ливарному дворі

У проектній частині кваліфікаційного проекту пропонуються наступні заходи і засоби щодо зниження травматизму і захворюваності :

- стаціонарна поворотна машина для розкриття льотки конструкції Діпрomezу;
- машина для забивання льоточної маси МЗЧЛ2-0,25/150;
- маніпулятор підйому кришки жолобу;
- пересувний екран тепловідбиття;
- аерація;
- застосування сучасних сілікатно-кальцієвих теплоізоляційних матеріалів;
- вибухозахищений світлодіодний світильник СГУ01 (ВСП4);
- ПЗВ, що реагує на струм короткого замикання
- автоматична установка парового пожежогасіння кабельного тунелю.

В результаті виконання цих заходів очікується зниження травматизму в цеху приблизно вдвічі, а зниження загальної захворюваності – на 20%.

Таким чином, замість 4 нещасних випадків очікуване річне число травм в цеху можна прийняти рівним 2.

Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці складуть:

- машини для обслуговування льотки (ОВ₁) - 200 тис. грн.;
- маніпулятор підйому кришки жолобу (ОВ₂) - 65 тис. грн.;
- пересувний екран тепловідбиття (ОВ₃) – 1,5 тис. грн.;
- теплоізоляція фурм (ОВ₄) - 10 тис. грн.;
- світлодіодні світильники (ОВ₅) – 5 тис. грн.;
- пристрій захисного відключення (ОВ₆) – 2 тис. грн.
- автоматична установка пожежогасіння (ОВ₇) – 45 тис. грн. .

Поточні витрати (ТЗ) збільшаться за рік на 10 000 грн.

Загальні одноразові витрати:

$$OB = OB_1 + OB_2 + OB_3 + OB_4 + OB_5 + OB_6 + OB_7$$

$$OB = 200000 + 65000 + 1500 + 10000 + 5000 + 2000 + 45000 = 328\,500 \text{ грн.}$$

Очікуване зниження травматизму:

$$\Delta H = 4 - 2 = 2$$

Зменшення днів непрацездатності :

$$\Delta ДН = \Delta H \cdot K_{тт} + 0,15 \Delta H_3$$

$$\Delta ДН = 2 \cdot 30,5 + 0,2 \cdot 1190 = 299 \text{ днів}$$

Річне вироблення на одного працівника:

$$ГСВ = T_p \cdot СВ$$

$$ГСВ = 230 \cdot 750 = 172\,500 \text{ грн.}$$

Зменшення днів непрацездатності на одного працівника:

$$\Delta T = \Delta ДН / Ч$$

$$\Delta T = 299 / 840 = 0,356$$

Приріст продуктивності праці:

$$П_t = [(T_p + \Delta T) / T_p - 1] 100$$

$$P_T = [(230 + 0,356)/230 - 1]100 = 0,155 \%$$

Зниження собівартості продукції:

$$E_c = ГСВ \cdot Ч \cdot З \cdot P_T \cdot УП$$

$$E_c = 172\,500 \cdot 840 \cdot 0,8 \cdot 0,00156 \cdot 0,2 = 36\,167 \text{ грн.}$$

Скорочення виплат по листках непрацездатності:

$$E_{л} = (5 \cdot \Delta H_T + \Delta ДН) \cdot ВН$$

$$E_{л} = (5 \cdot 2 + 299) \cdot 320 = 98\,880 \text{ грн.}$$

Скорочення штрафних виплат:

$$E_{ш} = Ш \cdot \Delta Н$$

$$E_{ш} = 10000 \cdot 2 = 20\,000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект:

$$E_{эф} = E_c + E_{л} + E_{ш} - ТЗ - 0,15ОВ$$

$$E_{эф} = 36\,167 + 98\,880 + 20000 - 10\,000 - 0,15 \cdot 328\,500 = 95\,772 \text{ грн.}$$

Термін окупності одноразових витрат:

$$C_{ок} = ОВ / (E_c + E_{л} + E_{ш} - ТЗ)$$

$$C_{ок} = 328\,500 / (36\,167 + 98\,880 + 20000 - 10\,000) = 2,26 \text{ років}$$

Економічна ефективність одноразових витрат:

$$E = 1 / C_{ок}$$

$$E = 1 / 2,26 = 0,44 \text{ грн./грн.}$$

Отримані данні заносимо до табл. 4.1

Таким чином, наведеними розрахунками доказана доцільність заходів з охорони праці на ливарному дворі доменного цеху.

Таблиця 4.1 - Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці на ливарному дворі

| Найменування показника | Одиниця виміру | Величина |
|--|----------------|----------|
| Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці | грн. | 328 500 |
| Додаткові поточні витрати в рік | грн. | 10 000 |
| Зменшення кількості днів непрацездатності | дні | 299 |
| Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника | дн./роб. | 0,356 |
| Приріст продуктивності праці | % | 0,155 |
| Зниження собівартості продукції | грн. | 36 167 |
| Річний економічний ефект від запропонованих заходів | грн. | 95 772 |
| Термін окупності одноразових витрат | років | 2,26 |
| Економічна ефективність одноразових витрат | грн./грн.рік. | 0,44 |

ВИСНОВКИ

1. Проаналізована статистика нещасних випадків і професійних захворювань в галузі і у доменних цехах, показано, що найпоширеніші травми на ливарному дворі – опіки, забої і перелами; найімовірніші профзахворювання – захворювання дихальних шляхів; до професійно зумовлених захворювань належать перш за все захворювання серцево-судинної системи (артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця).
2. Визначені класи умов праці (3,4) і категорії ризику (0,7) для горнового доменної печі

3. Для полегшення умов праці на ливарному дворі і зменшення ризику травмування запропонована стаціонарна поворотна машина для розкриття льотки Діпромезу, машина для забивання льоточної маси МЗЧЛ2-0,25/150 і маніпулятор підйому кришки жолобу.
4. Для захисту робітників, що мають знаходитися біля джерел теплового випромінювання (льоток, жолобів тощо) пропонується застосування пересувних тепловідбивних екранів.
5. Визначено необхідний повітрообмін для аерації в теплий період року на ливарному дворі, він складає 5,19 год.⁻¹; такий повітрообмін забезпечує видалення теплонадлишків, пилу і оксиду вуглецю до нормативних значень.
6. Для освітлення ливарного двору та інших виробничих приміщень цеху пропонується вибухозахищений світлодіодний світильник СГУ01 (ВСП4) у виконанні ТЕРМО.
7. Запропоновані міри захисту від ураження електричним струмом, розраховано захисне занулення і пристрій захисного відключення, що реагує на струм короткого замикання.
8. Розрахована установка парового пожежогасіння кабельного тунелю.
9. Розрахунком показано, що доменний цех не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки.
10. Економічний ефект від впровадження запропонованих заходів складе 95 772 грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Сучасний стан чорної металургії України: веб-сайт. URL: <http://www.info-prensa.com> (Дата звернення 05.09.2020) .
2. Зиньковский М.М. Безопасность производственных процессов в чёрной металлургии. Москва: Металлургия, 1989. 168с.
3. Металлургия чугуна / Вегман Е. Ф. и др.; под ред. Ю.С. Юсфина. Москва : Металлургия, 1989. 512с.
4. Аносов В.Г., Цаплина Т.С. Теория и технология доменной плавки. Оценка эффективности доменной плавки : методические указания к выполнению технологических расчётов для курсовых и дипломных проектов и работ. Запорожье : ЗГИА, 2003. 78с.
5. Дорофеев В.М. Конструкція та проектування доменних печей : навч. посібник. Київ : УМК ВО, 1991. 124с.
6. Крячко Г.Ю., Сафіна-Валуєва Л.О. Споруди та обладнання доменних цехів : конспект лекцій. Дніпродзержинськ : Дніпродзержинський державний технічний університет, 2016. 88с.
7. Литейный двор доменной печи и его устройство : веб-сайт. URL : http://emchezgia.ru/domennye_pechi/27.2_lityeinyi_dvor.php МЧ-ЗГИА.РУ © (Дата звернення 07.09.2020).
8. Хесин Ю.И. Охрана труда в доменном производстве. Москва : Металлургия, 1986. 264с.
9. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. Москва : Металлургия, 1980. 462с.
10. ДСН 3.3.6.042-99 Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 1999-01-12] Київ: Міністерство охорони здоров'я України), 2000. 10с..
11. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-01-12]. Київ : Міністерство охорони здоров'я, 1999. 34с. (Державні санітарні норми).

12. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Чинний від 1999-01-12]. Київ : Міністерство охорони здоров'я, 1999. 39 с. (Державні санітарні норми).
13. НПАОП 27.0-1.01-08. Правила охорони праці в металургійній промисловості. [Чинний від 2009-02-09]. Київ : Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. 128 с. (Нормативно-правові акти з питань охорони праці).
14. Средства индивидуальной защиты : справочник. С.Л Каминский и др. Ленинград : Химия, 1989. 400с.
15. Травматизм на виробництві в Україні у 2017 році : статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2018. 132 с.
16. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. [Чинний від 2007-15-06]. Київ : Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, 2007. 112с. (Нормативно-правові акти з питань охорони праці).
17. Сучасний стан охорони праці в Україні: Асоціація «Асгоп»: веб-сайт. URL : <https://asgop.com.ua/index.php/2019/01/02/1/> (Дата звернення 09.09.2020).
18. Фонд соціального страхування України. Профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань за 9 місяців 2019 року: веб-сайт. URL : <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/951811> (Дата звернення 09.09.2020).
19. Перелік професійних захворювань (Редакція від 23.05.2020). [Чинний від 083-11-2000]. Київ : Кабінет Міністрів України, 2017. 18 с.
20. Оценка риска формирования профессиональных заболеваний у работников металлургического комбината / Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Олещенко А.М., Корсакова Т.Г. *Медицина труда и промышленная экология*, 2018. № 6. С. 15-19.
21. Егорова А.М. Системный подход к управлению профессиональным риском для здоровья рабочих металлургического производства :

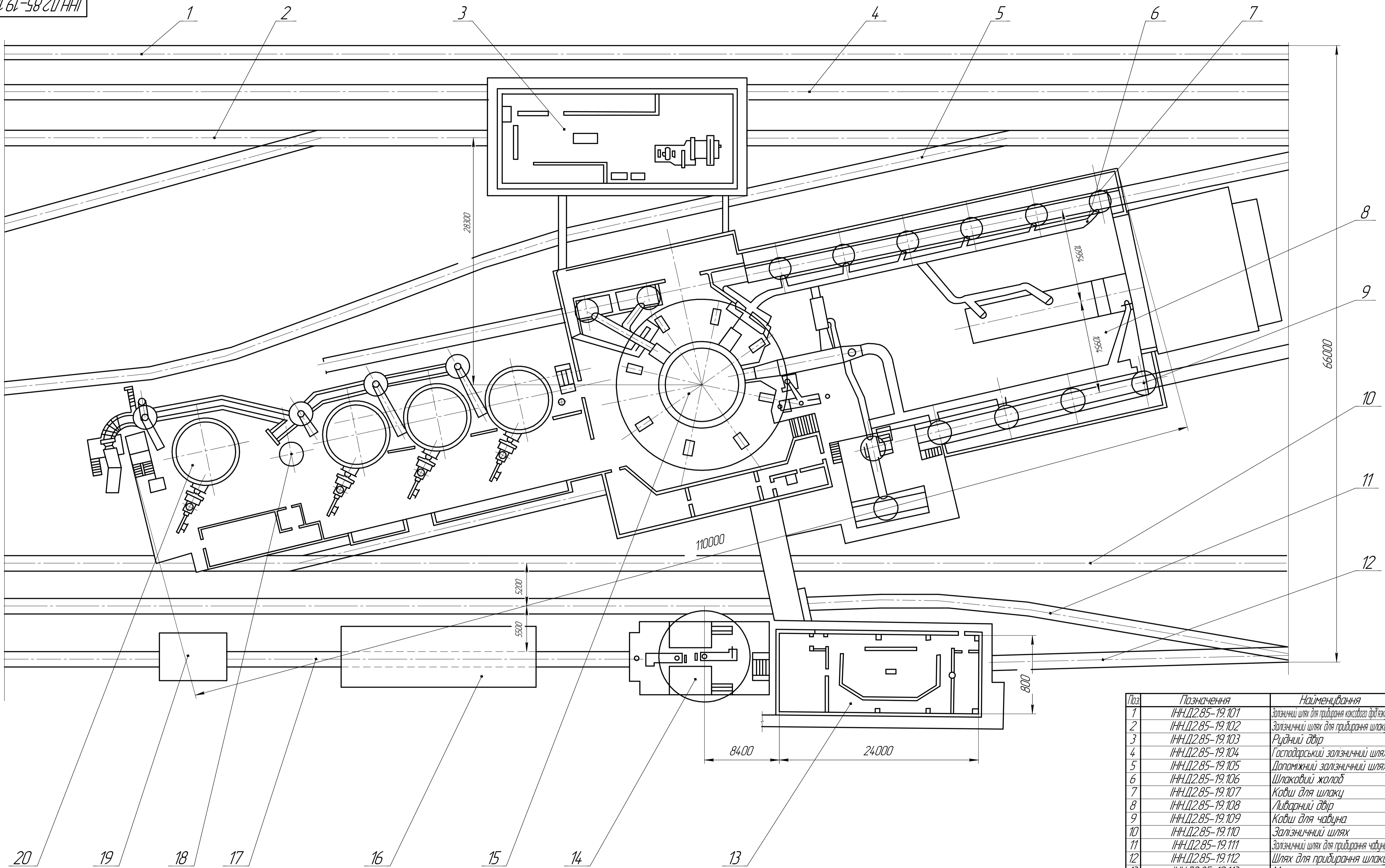
- диссертация на соискание учёной степени доктора медицинских наук. / Москва, 2008. 282 с.
22. Изучение профессионального и экологического риска работников предприятий черной металлургии / Захаренков В.В, Олещенко А.М., Панаиотти Е.А., Суржиков Д.В. URL : <https://ineca.ru/?dr=library&library=bulletin/2007/0124/015> (Дата звернення 19.09.2020).
23. Приходько Т. Ваше здоров'я. Професійні хвороби серця та судин. URL : <https://www.vz.kiev.ua/profesijni-xvorobi-sercya-ta-sudin/> (Дата звернення 19.09.2020).
24. Гигиена труда : учебник / Под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 592 с.
25. Известия. IZ. Не железное здоровье. Условия труда на металлургическом производстве сегодня все еще далеки от идеальных: веб-сайт. URL : <https://iz.ru/news/528673> (Дата звернення 21.09.2020).
26. Мазай Г.Г. Адаптивно-компенсаторные сдвиги в системе терморегуляции и профилактики нагреваний у рабочих основных профессий доменного производства : диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук. / Кривой Рог, 1991. 184 с.
27. Укррудпром. *Новости. Аналитика. Дайджест*: веб-сайт. URL : <https://ukrrudprom.ua/news/> (Дата звернення 01.10.2020).
28. Костарев В.Г. Гигиеническая оценка факторов риска производственно обусловленных заболеваний работников производств изделий методом порошковой металлургии : диссертация на соискание учёной степени доктора медицинских наук./ Москва, 2013, 193 с.
29. Измеров, Н.Ф. Профессиональная патология: национальное руководство. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2011. 784 с.
30. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого

- середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [Чинний від 30.05.2014]. Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 2014. 37 с.
31. Гігієнічна оцінка умов праці: веб-сайт. URL : https://stud.com.ua/33704/bzhd/ogiyenichna_otsinka_umov_pratsi (Дата звернення 05.10.2020).
32. Лемешевская Е.П., Куренкова Г.В., Жукова Е.В. Профессиональный риск здоровью работников промышленных предприятий: учебное пособие для студентов. Иркутск, ИГМУ, 2016. 52 с.
33. Научно-технический портал. Конструкция сверлильных машин, пушек и стопоров. *Metallurgist.pro*: веб-сайт. URL : <https://metallurgist.pro/konstruktsiya-sverlilnyh-mashin-pushek-i-stoporov> (Дата звернення 10.10.2020).
34. Алимов Г.И., Пиляев В.Т., Левченко Н.Е. Патент України UA65669C2. Ливарний двір доменної печі.
35. Зиньковский М.М. Безопасность производственных процессов в чёрной металлургии. Москва : Металлургия, 1989. 68с.
36. Защита от инфракрасного излучения. *Все про гигиену*: веб-сайт. URL : <https://all-gigiena.ru/lit/gigiena-i-oxrana-truda-kurs-lekcij/zashita-ot-infrakrasnogo-izlucheniya> (Дата звернення 12.10.2020).
37. Таблица плотности веществ: веб-сайт. URL : <http://thermalinfo.ru/eto-interesno/tablitsa-plotnosti-veshhestv> (Дата звернення 10.10.2020).
38. Свириденко Ю.П., Панасейко С.П., Билюшов В.М. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Охрана труда» с использованием ЭВМ. Запорожье : ЗИИ, 1989. 28с.
39. Теплотехнический справочник. Т2. /Под ред. В.Н. Юренева и П.Д. Лебедева. Москва : Энергия, 1976. 896с.
40. Анализ условий труда рабочих в доменном цехе. *Приазовский государственный технический университет*: веб-сайт. URL : <https://studfile.net/preview/5734350/page/8/> (Дата звернення 15.10.2020).

41. Дружков В.Г., Прохоров И.Е. К режиму выпуска чугуна и шлака из горна доменных печей. *Теория и технология металлургического производства*. 2010. № 2 (33). С. 25 – 31.
42. ПУЕ. Правила улаштування електроустановок. [Чинний від 2017-21-07] Київ: Мінпеноенерговугілля України. 2017. 617 с.
43. ДБН В.2.5-28-2018 Природне та штучне освітлення [Чинний від 2019-03-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 137с. (Державні будівельні норми).
44. Теплоизоляция доменных печей: веб-сайт. URL : https://rusradius.ru/articles/teploizolyacia_domennyh_pechej/ (Дата звернення 20.10.2020).
- 45 [Сравнительный анализ плит Термоизол и SuperIsol: веб-сайт. URL :](https://rusradius.ru/articles/sravnienie-termoizola-i-superizola/) <https://rusradius.ru/articles/sravnienie-termoizola-i-superizola/> (Дата звернення 20.10.2020).
46. Термостойкий кембрик. Интмакс: веб-сайт. URL : <https://elcer.com.ua/products/komplektuyushchie/zashchita-kabelya/> (Дата звернення 20.10.2020).
47. Что такое защитное зануление - схема и принцип работы: веб-сайт. URL : <http://aquagroup.ru/articles/chto-takoe-zashchitnoe-zanulenie-shema-i-princip-raboty.html> (Дата звернення 20.10.2020).
48. Свириденко Ю.П., Рыжков В.Г. Методические указания к выполнению курсовой работы (проекта) по дисциплине «Охрана труда». Раздел «Электробезопасность - защитное зануление электроустановок». Запорожье : ЗГИА, 2002. 28с.
49. Модульные автоматические выключатели. URL : <http://www.profelectrica.com.ua/index.php?route=product/category&path>
50. Реле типа РЭВ-571 и РЭВ-572 (РЭ-571т и РЭ-572т). URL : <https://rusvolt.su/rele/rele-rev-571-rev-572>

51. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справ. изд. в двух книгах. Кн.1. /А.Н.Баратов и др. Москва : Химия, 1990. 384с.
52. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справ. изд. в двух книгах Кн. 2. /А. Н. Баратов и др. Москва : Химия, 1990. 384с.
53. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 01-01-2017]. Київ: Мінрегіон України. 2016. 31с. (Державний стандарт України).
54. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 05-03-2015]. Київ : МВС України, 2015. 85 с. (Національний стандарт України).
55. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. [Чинний від 30-03-2018]. Київ : Міністерство внутрішніх справ України. 2018. 50 с.
56. Щербина Я.Я., Щербина И.Я. Основы противопожарной защиты. Киев : Вища школа, 1985. 255с.
57. ДБН В.1.1.7 - 2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 01-05-2003]. Київ : Держбуд України, 2002. 42 с. (Державні будівельні норми),
58. Смирнов Н.В., Коган Л.М. Пожарная безопасность предприятий чёрной металлургии. Москва : Металлургия, 1989. 432с.
59. Порядок ідентифікації та обліку об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. N 956. Київ, 2002. 18с.
60. НПАОП 0.00-6.22-02.
61. Нормативи порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. N 956. Київ, 2002.

62. На «Запоріжсталі» сталася аварія – Голос України. URL :
<http://www.golos.com.ua/article/160227>
63. Дніпровський МК ім. Дзержинського скоратит виробництво чугуна из-за аварії. URL : <https://delo.ua/business/dneprovskij-mk-im-dzerzhinskogo-sokratit-proizvodstvo-chuguna-iz-301040/>



| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|------------------|---|------|----------|
| 1 | ИИ.Д.2.85-19.101 | Залізничний шлях для прибирання коксового фрезю | 1 | |
| 2 | ИИ.Д.2.85-19.102 | Залізничний шлях для прибирання шлаку | 1 | |
| 3 | ИИ.Д.2.85-19.103 | Рудний двір | 1 | |
| 4 | ИИ.Д.2.85-19.104 | Господарський залізничний шлях | 1 | |
| 5 | ИИ.Д.2.85-19.105 | Допоміжний залізничний шлях | 1 | |
| 6 | ИИ.Д.2.85-19.106 | Шлакобійний жолоб | 1 | |
| 7 | ИИ.Д.2.85-19.107 | Ковш для шлаку | 8 | |
| 8 | ИИ.Д.2.85-19.108 | Ливарний двір | 1 | |
| 9 | ИИ.Д.2.85-19.109 | Ковш для чавуна | 6 | |
| 10 | ИИ.Д.2.85-19.110 | Залізничний шлях | 1 | |
| 11 | ИИ.Д.2.85-19.111 | Залізничний шлях для прибирання чавуна | 1 | |
| 12 | ИИ.Д.2.85-19.112 | Шлях для прибирання шлаку | 1 | |
| 13 | ИИ.Д.2.85-19.113 | Машзал | 1 | |
| 14 | ИИ.Д.2.85-19.114 | Сухий інерційний пилевловлювач | 1 | |
| 15 | ИИ.Д.2.85-19.115 | Доменная піч | 1 | |
| 16 | ИИ.Д.2.85-19.116 | Ручковий фільтр | 1 | |
| 17 | ИИ.Д.2.85-19.117 | Залізничний шлях для прибирання пилу | 1 | |
| 18 | ИИ.Д.2.85-19.118 | Дімабна труба | 1 | |
| 19 | ИИ.Д.2.85-19.119 | Будівля ГЧБТ | 1 | |
| 20 | ИИ.Д.2.85-19.120 | Повітрянагрівач | 4 | |

ИИ.Д.2.85-19.100.3В

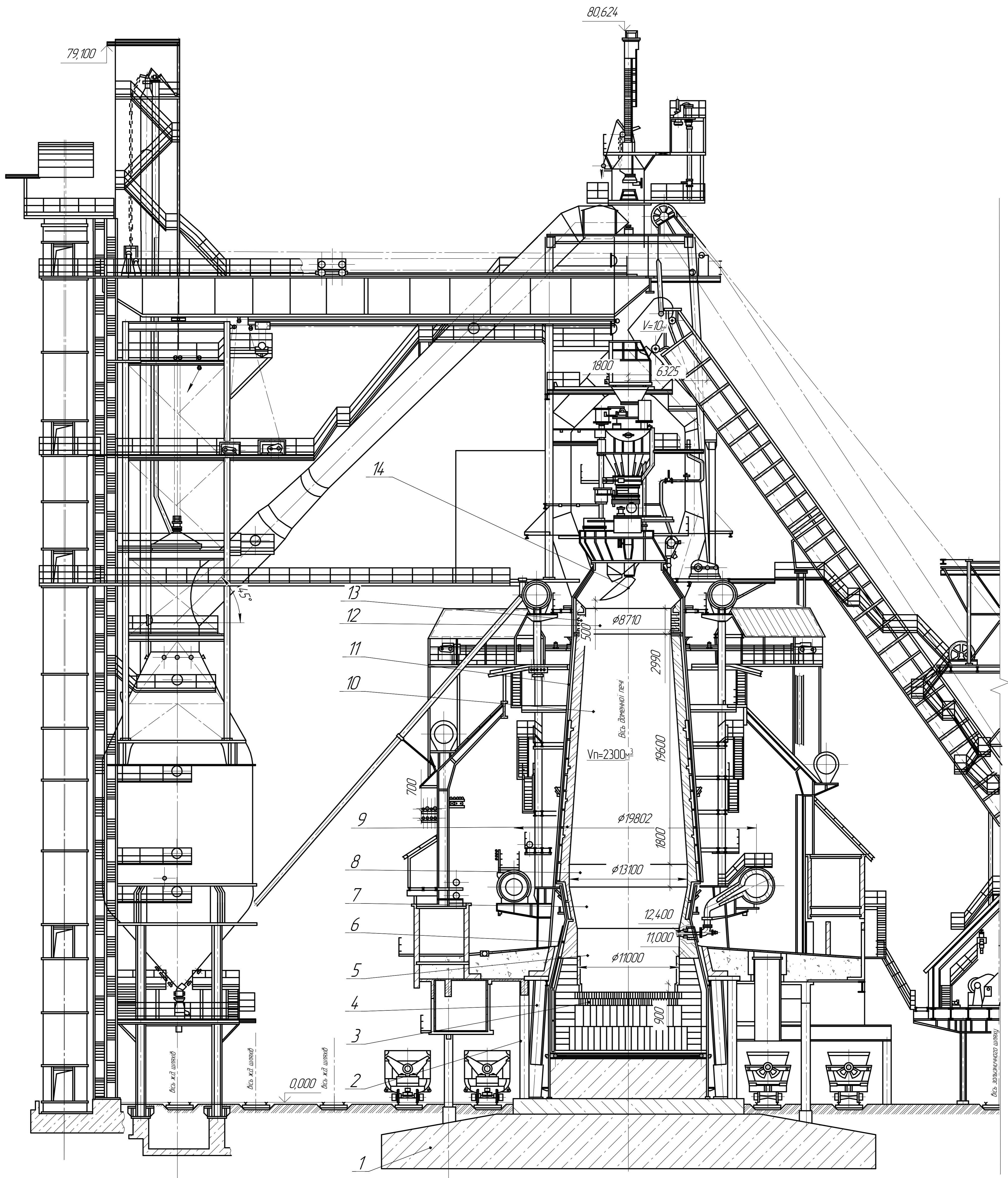
| Зм. | Лист | № док. | Підп. | Дата | Лит. | Маса | Маштаб |
|-----------|------|--------------|-------|------|------|------|--------|
| Розроб. | | Сердюк Д.В. | | | Н | | 1:200 |
| Керівник | | Рижков В.Г. | | | | | |
| Консульт. | | Рижков В.Г. | | | | | |
| Начальник | | Рижков В.Г. | | | | | |
| Затв. | | Кожечан Г.В. | | | | | |

Розробка заходів з охорони праці на ливарному дворі доменного цеху

Лист 1 / Усього 8

Міністерство освіти і науки України
ІНН ЗНУ, код: ПЕОП
зд. 82639

План доменного цеху

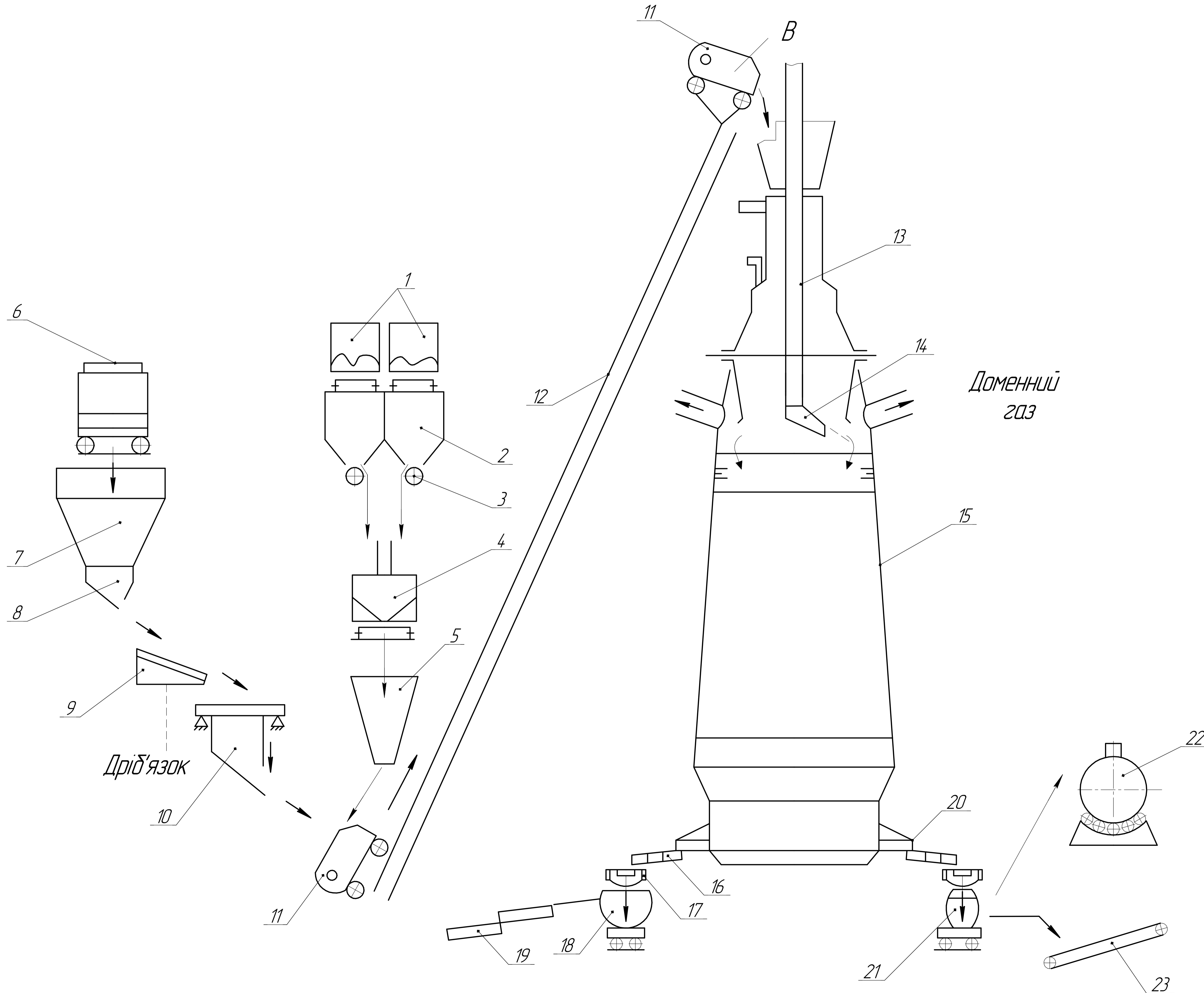


| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|------------------|--------------------------------|------|----------|
| 1 | ІНН.Д2.85-19.201 | Фундамент | 1 | |
| 2 | ІНН.Д2.85-19.202 | Пристрій для подачі дуття | 1 | |
| 3 | ІНН.Д2.85-19.203 | Циліндрична частина колашники | 1 | |
| 4 | ІНН.Д2.85-19.204 | Пристрій забантаження | 1 | |
| 5 | ІНН.Д2.85-19.205 | Безконусний пристрій | 1 | |
| 6 | ІНН.Д2.85-19.206 | Пристрій для одертання воранки | 1 | |
| 7 | ІНН.Д2.85-19.207 | Примальна воронка | 1 | |
| 8 | ІНН.Д2.85-19.208 | Транспортерна подача | 1 | |
| 9 | ІНН.Д2.85-19.209 | Підшва фундаменту | 1 | |
| 10 | ІНН.Д2.85-19.210 | Зовнішній стакан | 1 | |
| 11 | ІНН.Д2.85-19.211 | Плити повітряного охолодження | 1 | |
| 12 | ІНН.Д2.85-19.212 | Вогнетривкий детан | 1 | |
| 13 | ІНН.Д2.85-19.213 | Жолоба для додаткових літак | 2 | |
| 14 | ІНН.Д2.85-19.214 | Засильний апарат | 1 | |

ІНН.Д2.85-19.200 3В

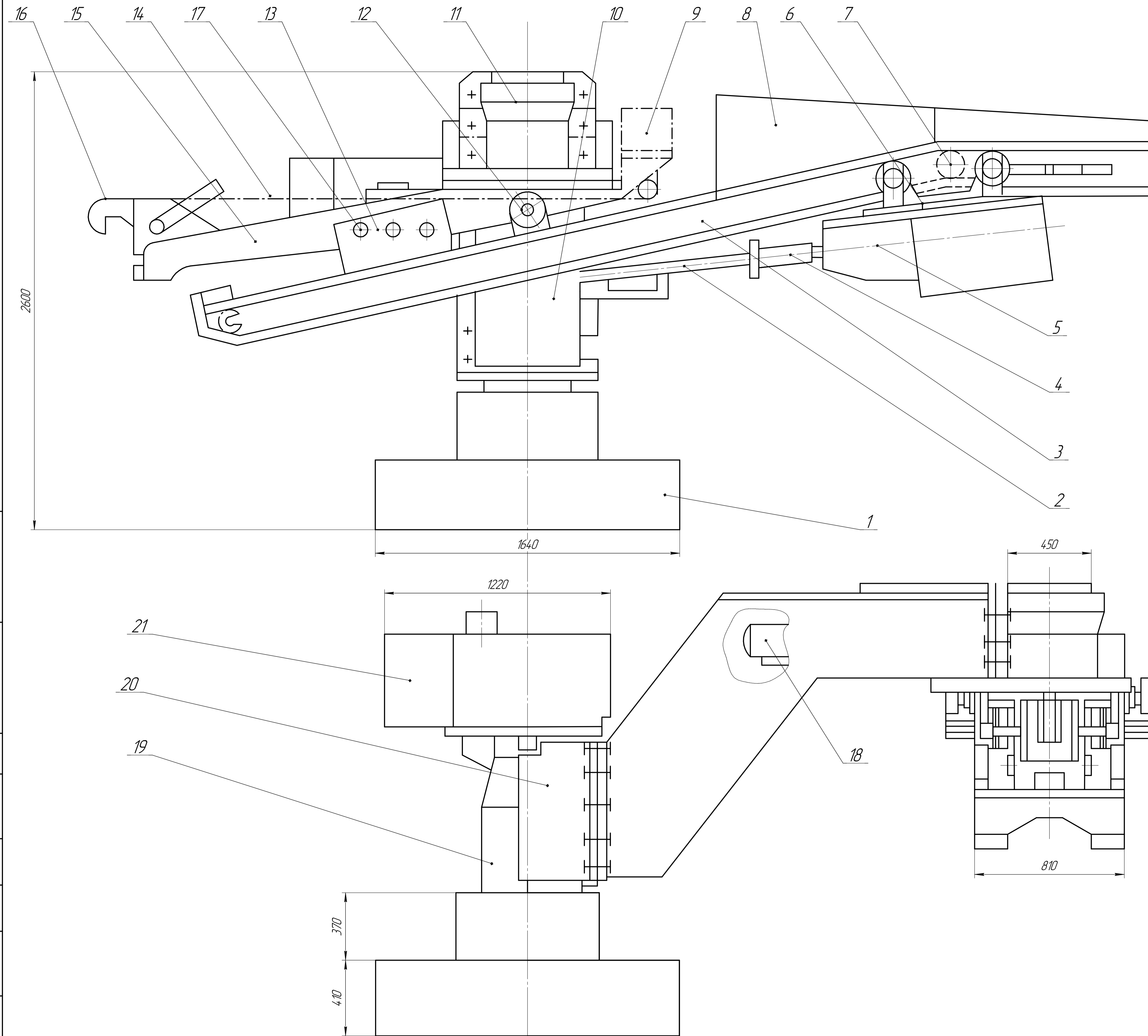
| | | | | | | | |
|----------|-------------|-------|------|--|--------|----------|--|
| ЗМ/Лист | № док.м. | Підп. | Дата | Розробка заходів з охорони праці на ліварному дварі доменного цеху | Лит. | Маса | Маштаб |
| Розроб. | Сергій ДВ | | | | Н | | 1:100 |
| Керівник | Рижков ВГ | | | | | | |
| Консил. | Рижков ВГ | | | | | | |
| Інконтр. | Рижков ВГ | | | Розріз доменної печі | Лист 2 | Листів 8 | Міністерство освіти і науки України ІНН ЗНУ, код: 17001, за: 82639 |
| Затв. | Кожемжян ГВ | | | | | | |

Апаратурно-технологічна схема доменного виробництва



| Поз. | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|-----------------------------------|------|----------|
| 1 | Вантажні вагони | 22 | |
| 2 | Рудні бункера | 14 | |
| 3 | Барабанні затвори | 16 | |
| 4 | Вагон-ваги | 2 | |
| 5 | Воранка | 1 | |
| 6 | Коксовий вагон | 7 | |
| 7 | Коксовий бункер | 14 | |
| 8 | Горловина коксового бункера | 14 | |
| 9 | Грахот | 6 | |
| 10 | Воранка-ваги | 2 | |
| 11 | Скіп | 6 | |
| 12 | Скіповий підіймач | 2 | |
| 13 | Безконусне завантаження | 1 | |
| 14 | Безконусне устаткування | 1 | |
| 15 | Доменна піч | 1 | |
| 16 | Шлакова літка | 1 | |
| 17 | Устаткування для розливання шлаку | 1 | |
| 18 | Чаша шлаковазу | 6 | |
| 19 | Устаткування для грануляції шлаку | 1 | |
| 20 | Чавунна літка | 1 | |
| 21 | Ковш чавуновізу | 6 | |
| 22 | Міксер | 2 | |
| 23 | Машина для розливу | 1 | |

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|-------|---------------------|--|---|----------|--------|
| | | | | ІНН.Д2.85-19.300 СХ | | | | |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | Розробка заходів з охорони праці на ливарному дворі доменного цеху | Лит. | Маса | Маштаб |
| Розроб. | | Сердюк Д.В. | | | | Н | | |
| Керівник | | Рижков В.Г. | | | | | | |
| Консульт. | | Рижков В.Г. | | | | | | |
| Начальник | | Рижков В.Г. | | | Апаратурно-технологічна схема доменного виробництва | Лист 3 | Листів 8 | |
| Затв. | | Кожиченко Г.Б. | | | | Міністерство освіти і науки України ІНН ЗНУ, код: ТЕСОТ, за 82639 | | |



| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|------------------|--------------------------------------|------|----------|
| 1 | ІНН.Д2.85-194.01 | Плита | 1 | |
| 2 | ІНН.Д2.85-194.02 | Бур | 1 | |
| 3 | ІНН.Д2.85-194.03 | Напряма рама з механізми пересування | 1 | |
| 4 | ІНН.Д2.85-194.04 | Патрон | 1 | |
| 5 | ІНН.Д2.85-194.05 | Механізм обертання | 1 | |
| 6 | ІНН.Д2.85-194.06 | Візок | 1 | |
| 7 | ІНН.Д2.85-194.07 | Зірочка | 3 | |
| 8 | ІНН.Д2.85-194.08 | Привід | 1 | |
| 9 | ІНН.Д2.85-194.09 | Привід | 1 | |
| 10 | ІНН.Д2.85-194.10 | Консоль | 1 | |
| 11 | ІНН.Д2.85-194.11 | Поворотна опора | 1 | |
| 12 | ІНН.Д2.85-194.12 | Шарнір на осі | 1 | |
| 13 | ІНН.Д2.85-194.13 | Кранштейн | 1 | |
| 14 | ІНН.Д2.85-194.14 | Канат | 1 | |
| 15 | ІНН.Д2.85-194.15 | Стріла | 1 | |
| 16 | ІНН.Д2.85-194.16 | Гак | 1 | |
| 17 | ІНН.Д2.85-194.17 | Отвір | 1 | |
| 18 | ІНН.Д2.85-194.18 | Привід | 1 | |
| 19 | ІНН.Д2.85-194.19 | Габаритна колона | 1 | |
| 20 | ІНН.Д2.85-194.20 | Конструкція поворотної колони | 1 | |
| 21 | ІНН.Д2.85-194.21 | Кожух | 1 | |

ІНН.Д2.85-194.00 СХ

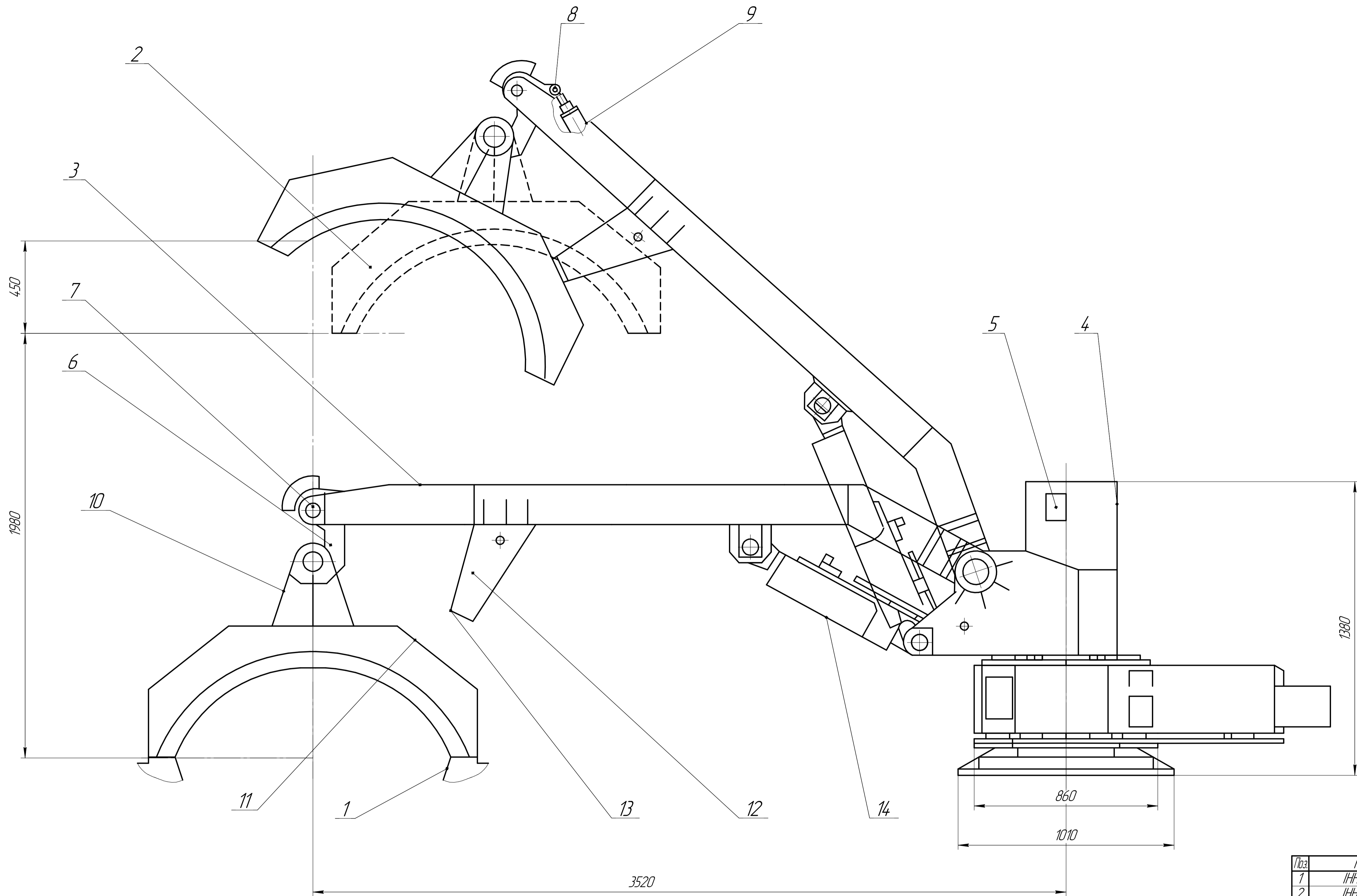
| Зм. | Лист | № док. | Підп. | Дата | Лист 4 | Видів | В |
|-----------|----------------|--------|-------|------|--------|-------|------|
| Розроб. | Сердюк Д.В. | | | | Н | | 1:10 |
| Керівник | Рижков В.Г. | | | | | | |
| Консульт. | Рижков В.Г. | | | | | | |
| Начальник | Рижков В.Г. | | | | | | |
| Затв. | Коженьков Г.Б. | | | | | | |

Розробка заходів з охорони праці на ливарному дворі доменного цеху

Стационарна поворотна машина для розкриття льотки

Міністерство освіти і науки України
ІНН ЗНУ, код: ГЕОТ,
зд. 82639

Лист № 4
Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21



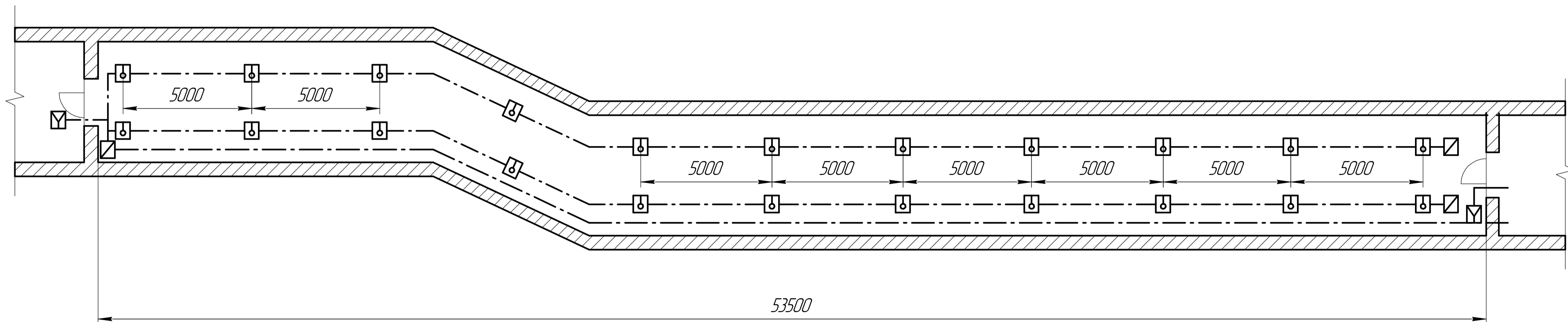
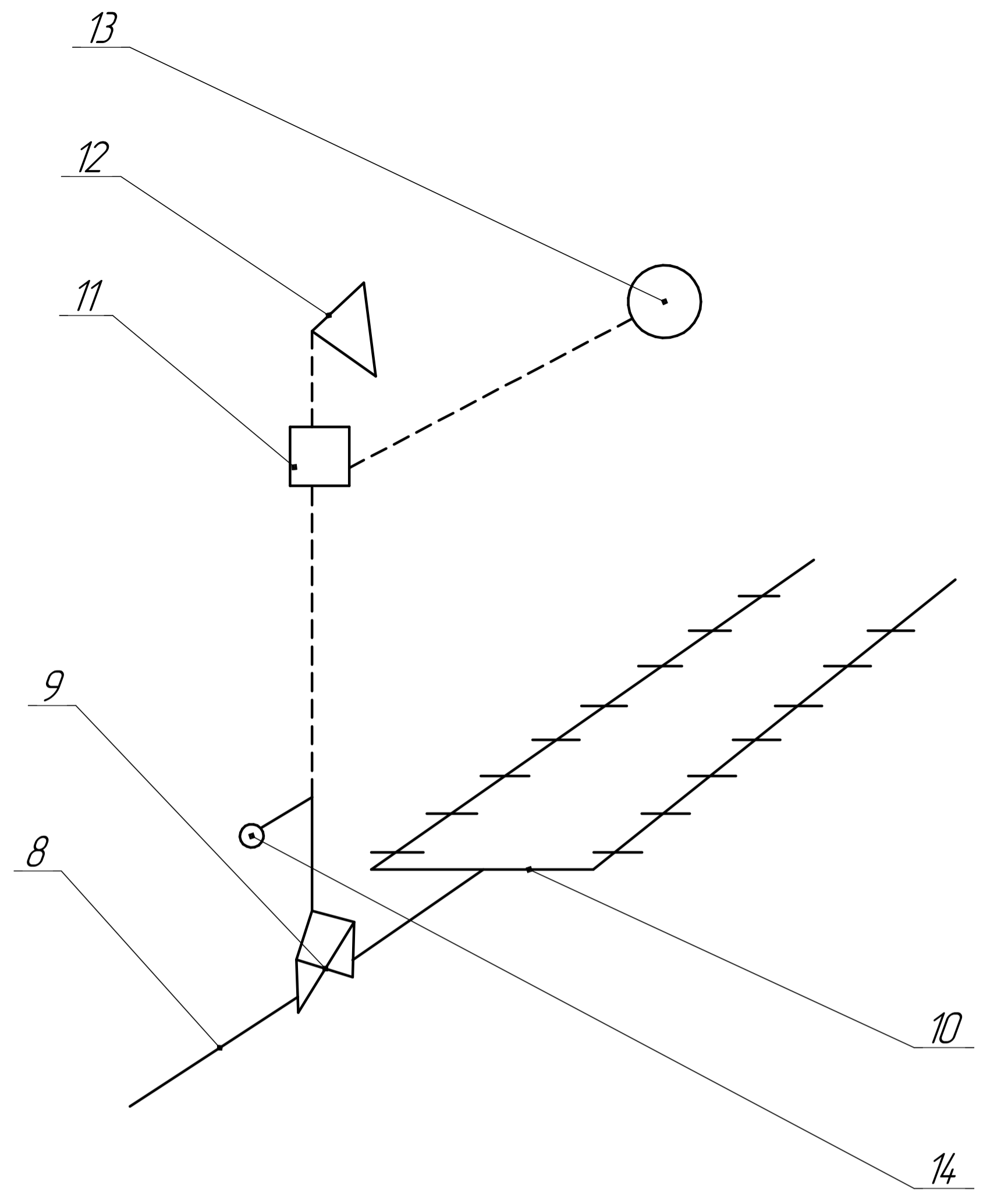
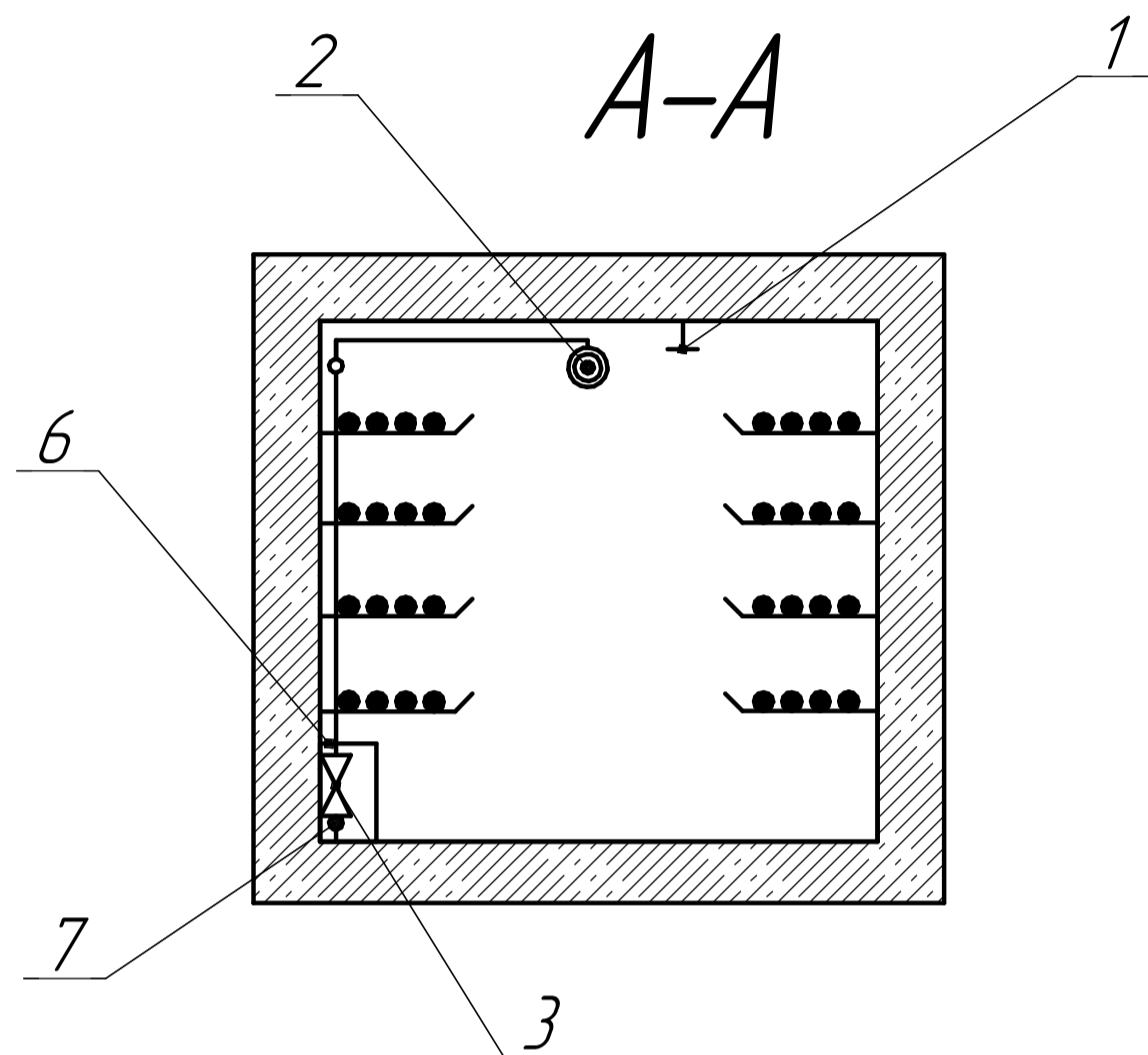
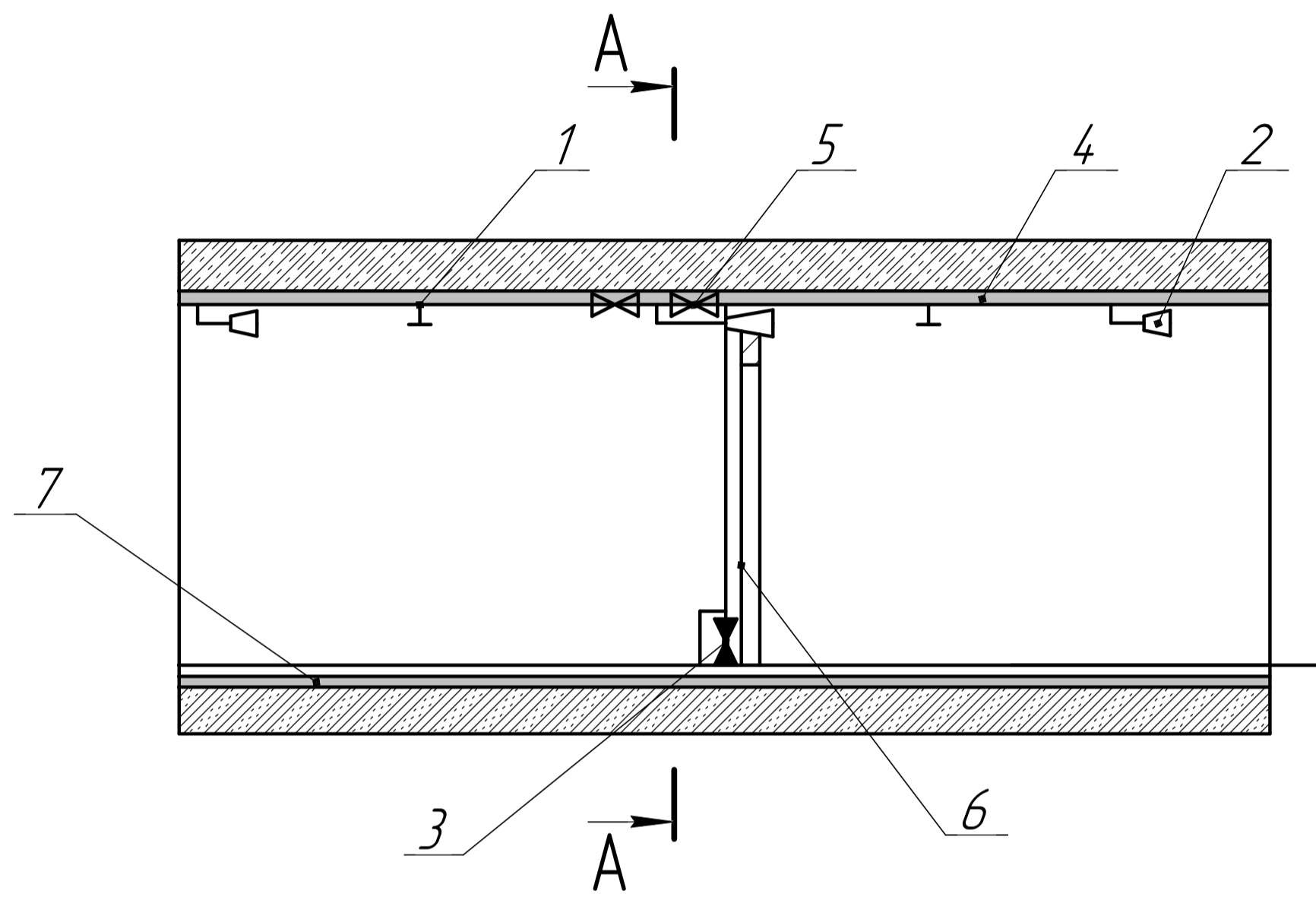
| Поз | Позначення | Найменування | Кіл | Примітка |
|-----|-----------------|-------------------------|-----|----------|
| 1 | ИИ.Д2.85-19.501 | Жолоб | 1 | |
| 2 | ИИ.Д2.85-19.502 | Кришка | 1 | |
| 3 | ИИ.Д2.85-19.503 | Стріла маніпулятора | 1 | |
| 4 | ИИ.Д2.85-19.504 | Стійка | 1 | |
| 5 | ИИ.Д2.85-19.505 | Оснаба | 1 | |
| 6 | ИИ.Д2.85-19.506 | Гак | 1 | |
| 7 | ИИ.Д2.85-19.507 | Вісь | 1 | |
| 8 | ИИ.Д2.85-19.508 | Важіль | 1 | |
| 9 | ИИ.Д2.85-19.509 | Гідрациліндр | 1 | |
| 10 | ИИ.Д2.85-19.510 | Горбщина | 1 | |
| 11 | ИИ.Д2.85-19.511 | Опора | 1 | |
| 12 | ИИ.Д2.85-19.512 | Упор | 1 | |
| 13 | ИИ.Д2.85-19.513 | Змінна накладна | 1 | |
| 14 | ИИ.Д2.85-19.514 | Механізм підйому стріли | 1 | |

ИИ.Д2.85-19.500 СХ

| Зм. | Лист | № док. | Підп. | Дата | Розробка заходів з охорони праці на підприємстві | Лист | Маса | Маштаб |
|----------|------|----------------|-------|------|--|---|------|----------|
| Розроб. | | Сердюк Д.В. | | | Розробка заходів з охорони праці на підприємстві | 5 | | 1:10 |
| Керівник | | Рижков В.Г. | | | | Лист 5 | | Листів 8 |
| Консул. | | Рижков В.Г. | | | | Міністерство освіти і науки України, ІНН ЗНУ, код ТЕСОТ, за 82639 | | |
| Нхонтр. | | Рижков В.Г. | | | Маніпулятор підйому кришки жолобу | | | |
| Затв. | | Кожиченко Г.В. | | | | | | |

Сторінка №

Лист №



| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Прим. |
|------|------------------|--------------------------------------|------|-------|
| 1 | ІНН.Д2.85-19.701 | Спалювач про пожежу | 3 | |
| 2 | ІНН.Д2.85-19.702 | Паропровід з соплами | 3 | |
| 3 | ІНН.Д2.85-19.703 | Електромагнітний клапан | 4 | |
| 4 | ІНН.Д2.85-19.704 | Разчиновід, який живить відсік | 1 | |
| 5 | ІНН.Д2.85-19.705 | Зворотний клапан | 2 | |
| 6 | ІНН.Д2.85-19.706 | Магістральний чехол | 1 | |
| 7 | ІНН.Д2.85-19.707 | Магістральний трубопровід | 1 | |
| 8 | ІНН.Д2.85-19.708 | Паропровід | 1 | |
| 9 | ІНН.Д2.85-19.709 | Вентиль | 1 | |
| 10 | ІНН.Д2.85-19.710 | Перфорований трубопровід | 1 | |
| 11 | ІНН.Д2.85-19.711 | Вічка електричного управління | 1 | |
| 12 | ІНН.Д2.85-19.712 | Пристрій подачі збіжкового сигналу | 1 | |
| 13 | ІНН.Д2.85-19.713 | Пожежний датчик | 1 | |
| 14 | ІНН.Д2.85-19.714 | Пристрій ручного вклучення установки | 1 | |

ІНН.Д2.85-19.700 ЗВ

| Зм. | Лист | № док. | Підп. | Дата | Лист | Маса | Маштаб |
|-----------|--------------|--------|-------|------|------|------|--------|
| Розроб. | Сердюк Д.В. | | | | Н | | 1:100 |
| Керівник | Рижков В.Г. | | | | | | |
| Консульт. | Рижков В.Г. | | | | | | |
| Начальник | Рижков В.Г. | | | | | | |
| Затв. | Кожаняк Г.Б. | | | | | | |

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ТА ЗАСОБІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ЛИВАРНОМУ ДВОРІ

| НАЙМЕНУВАННЯ ПОКАЗНИКА | ОДИНИЦЯ ВИМІРУ | ВЕЛИЧИНА |
|--|-------------------|----------|
| ОДНОРАЗОВІ ВИТРАТИ НА ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ | ГРН. | 328 500 |
| ДОДАТКОВІ ПОТОЧНІ ВИТРАТИ В РІК | ГРН. | 10 000 |
| ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДНІВ НЕПРАЦЕЗДАТНОСТІ | ДНІ | 299 |
| ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДНІВ НЕПРАЦЕЗДАТНОСТІ НА ОДНОГО ПРАЦІВНИКА | ДН./РОБ. | 0,356 |
| ПРИРІСТ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ | % | 0,155 |
| ЗНИЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ | ГРН. | 36 167 |
| РІЧНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ | ГРН. | 95 772 |
| ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ОДНОРАЗОВИХ ВИТРАТ | РОКІВ | 2,26 |
| ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОДНОРАЗОВИХ ВИТРАТ | ГРН./ГРН.РІК. | 0,44 |

Вид. № 1000
 Взам. інв. № 1
 Тієї ж дати
 Стор. № 1
 Тієї ж дати
 Періодичн.

| | | | |
|--|--------------|-------|---------|
| ІНН.Д2.85-19800 ТБ | | | |
| ЗМ/Лист | № докум. | Підп. | Дата |
| Розроб. | Сердюк Д.В. | | |
| Керівник | Рижко В.Г. | | |
| Консил. | Рижко В.Г. | | |
| Н.контр. | Рижко В.Г. | | |
| Затв. | Кожеман Г.В. | | |
| Розробка заходів з охорони праці на ливарному дворі доменного цеху | | | |
| | | Лист | Масштаб |
| | | Н | 1:100 |
| Техніко-економічні показники | | | |
| Міністерство освіти і науки України ІНН ЗНУ, код. ТЕОП, за. 82639 Формат А1 | | | |